

температуры контролируемого изделия от значений при нормальных условиях; α — температурный коэффициент линейного расширения контролируемого изделия. Затем рассчитанное значение δL_x алгебраически суммируется с текущим значением L_x .

В заключение отметим, что рассмотренное пре-

ционное метрологическое оборудование успешно эксплуатируется на предприятиях, серийно изготавливающих средства измерения и винтовые передачи. Кроме того, компаратор, разработанный в ЭНИМСе, входит в состав Государственного первичного эталона единицы длины.

ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Выбор режима упрочняющей обработки на основе решения оптимизационной задачи

А.Л. Абугов

Интенсивность изнашивания пары трения в значительной мере определяется комплексом параметров (макро- и микрогеометрических, физико-механического состояния) качества трущихся поверхностей [1]. Стремление обеспечить такие параметры качества, при которых износ поверхностей был бы минимально возможным, не всегда приводит к успеху, так как для получения желаемых геометрических характеристик поверхности может требоваться один режим упрочняющей обработки, а для получения физико-механических характеристик — другой.

Кроме того, следует учитывать, что период изнашивания включает в себя период приработки и период нормального (установившегося) изнашивания. Поэтому требуется анализировать функциональные особенности пары трения и условия трения (взаимодействия), характеризуемые давлением и скоростью скольжения, для определения того, что имеет наибольший приоритет: уменьшение времени приработки (путем снижения исходной шероховатости поверхности, т.е. геометрической характеристики последней) или снижение интенсивности изнашивания в период нормального изнашивания (путем повышения исходной микротвердости поверхности и увеличения глубины упрочненного слоя, т.е. параметров физико-механического состояния поверхности).

Несомненно, что в течение периода приработки какую-то роль играют и параметры физико-механического состояния поверхности, однако они влияют в основном на изменение линейных размеров детали из-за деформации ее поверхностного слоя под действием нагрузки. Это особенно заметно при изнашивании пористых порошковых материалов, в результате которого в период приработки линейные размеры детали изменяются вследствие уплотнения

поверхностного слоя. В период нормального изнашивания исходная шероховатость не оказывает влияния на его интенсивность, так как в конце периода приработки устанавливается равновесная шероховатость [2].

Таким образом, для обеспечения приемлемой (для данных условий эксплуатации детали) длительности периодов приработки и нормального изнашивания необходимо найти так называемый триботехнологический компромисс, т.е. назначить режим обработки, обеспечивающий максимальную микротвердость поверхности при заданной шероховатости (высоте микронеровностей) или минимальную высоту микронеровностей при заданной микротвердости. В первом случае на процесс эксплуатации детали преобладающее влияние окажет период приработки, а во втором случае — период нормального изнашивания.

Многие технологические процессы позволяют путем варьирования параметров режима обработки получать широкие интервалы значений параметров качества. Так, установлено [3], что при увеличении усилия прижатия иглофрезы высота микронеровностей и волнистость обработанной поверхности возрастают. Аналогичный характер имеет изменение параметров шероховатости при поверхностном пластическом деформировании (ППД) порошковых материалов в результате увеличения усилия деформирования. Изменение времени приработки в зависимости от соответствующего усилия носит также возрастающий характер. Следовательно, для уменьшения этого времени необходимо осуществлять обработку с малыми усилиями.

С другой стороны, установлено [4], что с увеличением усилия прижатия иглофрезы возрастает микротвердость поверхности. Аналогичная зависимость характерна и для ППД порошковых матери-

алов. Выявлено, что в период нормального изнашивания его интенсивность снижается до определенного значения с увеличением усилия прижатия инструмента (или усилия деформирования). Следовательно, для обеспечения минимальной интенсивности изнашивания в данный период необходимо вести обработку при средних и больших усилиях прижатия инструмента. При этом усилие не должно быть выше критического значения, чтобы избежать перенаклена и, как следствие, фрикционной усталости поверхности детали, а также роста интенсивности изнашивания.

При ППД компактных материалов зависимость параметра R_a шероховатости от усилия деформирования носит экстремальный характер с минимумом [5 и 6], однако и в этом случае возникает триботехнологическое противоречие.

Триботехнологический компромисс можно найти путем решения оптимизационной задачи методом неопределенных множителей на основе математических моделей изменения параметров качества; такие модели разработаны путем реализации различных планов эксперимента [7].

Например, в результате реализации центрально-композиционного ортогонального плана и решения оптимизационной задачи для ППД антифрикционных порошковых материалов при заданном значении $R_a = 0,5$ мкм было получено следующее. Для материала ЖГр2 максимальная микротвердость поверхности $H_{\mu\max} = 2570$ МПа достигается при подаче $s = 0,14$ мм/об, скорости деформирования $v = 35$ м/мин, усилии деформирования $P = 1,6$ кН и угле разворота ролика $\phi = 10^\circ$; для материала ЖГр1ДЗ $H_{\mu\max} = 1660$ МПа при $s = 0,175$ мм/об; $v = 40$ м/мин; $P = 0,8$ кН и $\phi = 6^\circ$.

(положительный знак угла ϕ указывает на то, что ролик разворачивают в направлении подачи).

Для ППД этих же материалов, но при заданном $R_a = 0,6$ мкм получено в первом случае $H_{\mu\max} = 2750$ МПа при $s = 0,2$ мм/об; $v = 35$ м/мин; $P = 1,6$ кН и $\phi = 10^\circ$, а во втором случае $H_{\mu\max} = 1760$ МПа при $s = 0,17$ мм/об; $v = 40$ м/мин; $P = 0,8$ кН и $\phi = 5^\circ$.

Таким образом, выявление триботехнологического противоречия, учет особенностей фрикционного контакта и на этой основе нахождение триботехнологического компромисса путем решения оптимизационной задачи позволяет повысить износостойкость деталей машин.

Список литературы

1. Суслов А.Г. Технологическое обеспечение параметров состояния поверхностного слоя деталей. — М.: Машиностроение, 1987. — 208 с.
2. Крагельский И.В., Добычин И.М., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. — М.: Машиностроение, 1977. — 526 с.
3. Абугов А.Л., Баршай И.Л. Отделочно-зачистная обработка деталей иглофрезерованием / Редкол. журн. «Станки и инструмент». — М., 1988. — 16 с. — Деп. во ВНИИТЭМР 27.10.88, № 376 — миц 88.
4. Абугов А.Л., Баршай И.Л. Поверхностное упрочнение деталей при обработке иглофрезерованием // Изв. вузов. Машиностроение. — 1989. — № 3. — С. 97—102.
5. Повышение несущей способности деталей машин поверхностным упрочнением / Л.А. Хворостухин, С.В. Шишкун, И.П. Ковалев, Р.А. Ишмаков. — М.: Машиностроение, 1988. — 144 с.
6. Абугов А.Л., Баршай И.Л. Поверхностное пластическое деформирование деталей, предварительно обработанных иглофрезерованием / Редкол. журн. «Станки и инструмент». — М., 1988. — 9 с. — Деп. во ВНИИТЭМР 06.05.88, № 178 — миц 88.
7. Спиридонов А.А. Глаживание эксперимента при исследовании технологических процессов. — М.: Машиностроение, 1981. — 184 с.

ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО

Тормозные устройства в приводе станков

В.М. Пестунов

Одно из направлений развития привода станочных систем [1] иллюстрируется рис. 1. Такая структурная схема предусматривает управление выходными характеристиками станка путем торможения выходных звеньев механизма распределения мощности (МРМ) в приводе. Последний содержит электродвигатель M , звено управления ЗУ, а также МРМ и его кинематические связи с исполнительными органами IO_1, IO_2, \dots, IO_n станка и распо-

ложенные в указанных связях тормозные устройства T_1, T_2, \dots, T_n .

При включении электродвигателя движение через звено управления передается МРМ, а от него по кинематическим связям — к исполнительным органам. Передаваемое движение регулируется тормозными устройствами,ключенными в систему управления приводом. Плавное или прерывистое торможение обеспечивает управление скоростью