

УДК 621.926

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КАЧЕСТВО
МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

О. В. БЛАГОДАРНАЯ, О. А. ПОНОМАРЕВА

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Одним из способов обеспечить надежность и качество нежестких деталей является магнитно-абразивное полирование (МАП). Особенности метода МАП является непрерывный контакт абразивных частиц с поверхностью обрабатываемого изделия, что способствует съему материала с поверхности в течение всего периода обработки без появления в зоне резания критических давлений и температур, вызывающих прожоги поверхности при обычных способах полирования.

Возможность использования МАП для повышения качества нежестких деталей можно обосновать, проведя экспериментальное исследование значимости определяющих факторов, среди которых и величина магнитной индукции между полюсами электромагнитов, и материалы магнитно-абразивного порошка и обрабатываемой детали, и величина рабочего зазора между полюсами электромагнитов, и скорость относительных движений порошка и детали, и наличие вспомогательных рабочих движений детали и порошка, и состояние исходной поверхности, а также величина зерен порошка. Одновременное исследование влияния всех перечисленных факторов на эффективность магнитно-абразивной обработки затруднительно, поэтому необходимо выбрать из всего этого перечня факторов наиболее важные, а затем уже строить план эксперимента путем регулирования величин этих факторов. Если количество факторов брать не более четырех, то эксперимент получается не очень громоздким.

Для исследования значимости режимных факторов МАП проводился полнофакторный эксперимент (ПФЭ). В качестве параметра оптимизации выбираются наиболее значимые параметры для каждой конкретной детали, в зависимости от ее назначения.

При проведении МАП при всех экспериментах должно присутствовать магнитное поле вместе с магнитно-абразивным материалом. Устройство для МАП имеет магнитное поле постоянной мощности, а также позволяет совершать планетарное движение и вертикальные колебания обрабатываемым в абразивном материале нежестким деталям, а также продольное возвратно-поступательное движение кюветы с абразивным материалом в магнитном поле. Магнитное поле с абразивным материалом должно при всех испытаниях оставаться неизменным, поэтому получаем трехфакторный эксперимент с количеством испытаний, равным восьми.

Таким образом, можно выделить три управляемых фактора: x_1 – планетарное движение обрабатываемой нежесткой детали, x_2 – вертикальное возвратно-поступательное движение детали, x_3 – горизонтальное продольное возвратно-поступательное движение кюветы с абразивным материалом. Все управляемые факторы могут включаться и выключаться по отдельности, а это значительно упрощает эксперименты, т. к. производится не оптимизация режимов обработки, а оценка влияния каждого управляемого фактора на качество МАП для нежестких деталей.

Для проведения эксперимента был разработан следующий алгоритм.

1. Перед испытаниями все обрабатываемые детали помечаются и проходят измерения с целью определения их исходного качества.

2. Длительность испытаний следующая: 1, 2, 3, 5 и 8 мин. После каждого испытания детали измеряются.

3. Результаты испытаний сводятся в таблицу для последующей математической обработки для определения коэффициентов уравнения регрессии.

Согласно требованиям регрессионного анализа правильная обработка и использование результатов экспериментальных исследований возможны только в том случае, когда дисперсия измерений функции отклика в каждой точке опыта одинакова. Поскольку теоретические значения дисперсий неизвестны, то производится проверка однородности на основе статистических оценок. Возможность равенства нулю некоторых коэффициентов регрессии устанавливается с помощью коэффициентов регрессии путем проверки значимости коэффициентов с помощью критерия Стьюдента.

По результатам экспериментов было получено уравнение регрессии

$$y = 1,36 + 0,38x_1 + 0,15x_2 + 0,26x_3 + 0,10x_1x_2 + 0,07x_1x_3 + 0,03x_2x_3 + \\ + 0,003x_1x_2x_3 + 0,005x_1^2 + 0,001x_2^2 + 0,001x_3^2.$$

Из анализа этого уравнения можно сделать вывод о степени влияния управляющих технологических факторов на качество обрабатываемых деталей при МАП. Наибольшее влияние на качество обработки оказывает планетарное движение детали и продольное возвратно-поступательное движение кюветы с абразивным ферромагнитным порошком. Наименьшее влияние на качество обработки оказывает вертикальное движение детали. Для уточнения этих выводов необходимо провести исследования влияния этих факторов отдельно.

Для определения влияния других факторов, например, таких как состав абразивного материала, его состояния, концентрации и т. п., проводятся последующие испытания при оптимальном соотношении управляемых факторов и их длительности, полученных по результатам многофакторного эксперимента.