

УДК 621.9.06:681.511.2

О.Н. Апанасик (асп.), С.Н. Степанов, к.т.н., доц.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАННОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ ФИНИШНОЙ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКЕ ПРЕЦИЗИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В современных условиях рыночной экономики требования к качеству и надежности выпускаемой продукции становятся определяющими.

Известно, что качество обработанной поверхности определяет почти все эксплуатационные свойства деталей, узлов, машин, приборов и аппаратов.

Одной из важнейших характеристик качества обработанной поверхности является ее шероховатость. Неровности поверхности оказывают значительное влияние на ее эксплуатационные свойства, которые зависят от вида обработки, геометрии и направления неровностей.

Микротвердость является одним из важнейших параметров. Экспериментально установлено, что микротвердость существенно влияет на эксплуатационные свойства детали: с ростом микротвердости, например, уменьшается износ, увеличивается жесткость стыков и т.д.

При обработке деталей на их поверхности образуются наклеп и остаточные напряжения, они могут быть со знаком плюс (растягивающие) и минус (сжимающие). Величина и знак остаточных напряжений зависит от режима и вида обработки. На них влияют два фактора сила резания и температура. Деформационное упрочнение (наклеп) характеризуется степенью наклепа в %, который определяется на основе измерения микротвердости поверхностного слоя и основного материала. Глубина наклепанного слоя зависит от вида обработки и меняется от нескольких мкм. до нескольких тысяч мкм. Создание наклепа на поверхности способствует увеличению износостойкости.

Очаги разрушения деталей машин от усталости в основном зарождаются на их поверхности. Поэтому усталостная прочность в значительной степени определяется шероховатостью поверхности и физическим состоянием поверхностного слоя. Микронеровности шероховатости, образующиеся на поверхности, являются концентраторами напряжений и одной из причин снижения усталостной прочности. Концентрация напряжений зависит от высоты неровностей, остроты рисок, шага между неровностями и направления шероховатости.

Одним из частых назначений обработанной поверхности детали является работа в условиях трения в сопряжении с мягким материалом, например при работе стальной закаленной цапфы и подшипника из антифрикционного материала. В этих условиях важной характеристикой стальной поверхности, является ее истирающая способность, т.е. способность изнашивать сопряженную с ней при трении деталь из более мягкого материала. Влияние поперечного профиля поверхности (обычно более твердого) на поведение сопряжения при трении изучалось в ряде работ отечественных и зарубежных авторов, главным образом, применительно к трению цапфы и подшипника. Установлено, что метод обработки поверхности влияет на ее истирающую способность при одном и том же параметре Ra. Для данного вида обработки коэффициент истирающей способности зависит от параметра Ra, увеличиваясь с его ростом.

При проектировании изделия конструктору приходится решать совместно задачу обеспечения заданных условий функционирования изделия и необходимых для этого точности обработки и качество поверхностного слоя деталей составляющих это изделие. Критерием правильности решения при этом служит обеспечение работоспособности изделия при минимальных затратах на его изготовление и эксплуатацию. Однако, снизить

трудоемкость и себестоимость обработки высокоточных и высококачественных поверхностей можно, применив более прогрессивные методы обработки.

Одни и те же поверхности можно получать различными методами финишной обработки: точением, шлифованием, полированием, суперфинишная обработка, обработка методами поверхностного пластического деформирования. По результатам анализа способов финишной обработки одних и тех же деталей, качества и стабильности свойств готовой продукции можно сделать ряд выводов:

1. Финишная абразивная обработка создает «скалистый рельеф» микрошероховатостей, оказывает разрыхляющее действие на поверхность, кроме этого имеет место шаржирование частиц в мелкие поры поверхности. Все это ведет к возникновению концентраторов напряжений и очагов кристаллизации при нанесении покрытий, а, следовательно, потере необходимых свойств и браку изделий.

2. Если сравнить два вида окончательной обработки: суперфинишную и пластическое деформирование (обкатка шаром или алмазное выглаживание), то последняя создает более благоприятный рельеф поверхности: увеличивает радиуса закругления вершин шероховатостей, уменьшает крутизну склонов, и при малой шероховатости обеспечивает большую степень однородности. Однако на поверхности образуется наклепанный слой большой глубины, что приводит к поводкам после временного перераспределения напряжений, особенно при обработке тонкостенных деталей.

3. Процесс обкатка шаром и алмазное выглаживание идет с использованием СОЖ, которая может вдавливаться в поверхность и оставаться между завальцованными гребешками шероховатостей, что приводит к браку при нанесении покрытий.

4. На коэффициент истирающей способности обработанной поверхности влияет ее твердость: он ниже для отожженной стали, чем для той же стали в закаленном состоянии.

5. При обработке стальных заготовок шлифованием, полированием, алмазным выглаживанием и тонким точением установлено, что наименьшей истирающей способностью обладают образцы, обработанные алмазным выглаживанием и тонким точением, а затем полированием и шлифованием.

Из вышесказанного следует, что представляет огромный интерес получение поверхностей с заданной шероховатостью и другими свойствами сразу после тонкого точения, исключая абразивную обработку и обработку методами поверхностного пластического деформирования.

На протяжении последних десяти лет на кафедре «Технология машиностроения» Санкт-Петербургского государственного технического университета ведутся исследования по изучению процесса тонкого точения металлов и сплавов с целью теоретического описания процесса, разработки математической модели состояния поверхностного слоя и получения заданных параметров поверхностного слоя обрабатываемых заготовок в условиях реального производства.

Обработка заготовок на токарных станках характеризуется периодическим смещением инструмента относительно детали, при этом на обработанной поверхности образуется шероховатость, которая представляет собой геометрический след инструмента. Профиль геометрического следа зависит от геометрии инструмента, режимов резания, относительных колебаний заготовки и лезвия инструмента и упругопластической деформации в зоне резания. В зависимости от соотношения указанных факторов и их случайных отклонений окончательно формируется микропрофиль шероховатости поверхности, в котором может преобладать либо систематическая, либо случайная составляющие.

Наличие в шероховатости систематической составляющей связано с постоянно действующими факторами: подачей, геометрией инструмента, амплитудой и частотой относительных колебаний заготовки и инструмента (если они постоянны). Ее можно выделить и теоретически рассчитать.