

МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.91.01/02

**ИССЛЕДОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ СФЕРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ
ПРИ ОБРАБОТКЕ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ****Р.С. ХМЕЛЬНИЦКИЙ; В.С. АНИСИМОВ; Г.И. ГВОЗДЬ**
(Представлено: д-р техн. наук, проф. Н.Н. ПОПОК)

Рассматривается влияния шероховатости сферической поверхности детали на выбор режимов резания. Проведено сравнение расчетных значений шероховатости сферической поверхности с экспериментальными полученными значениями. Проанализированы результаты обработки образцов деталей со сферическими поверхностями на токарном станке с ЧПУ. Сформулированы предложения по обработке сферических поверхностей для получения равномерной шероховатости.

В настоящее время в машиностроении все больше возрастает потребность в обработке сферических поверхностей деталей с высоким качеством поверхности, в частности с низкой шероховатостью. Такие детали широко применяются в запорной арматуре (пробка шарового крана, сегмент шарового клапана), в рулевом управлении автомобиля (шаровой палец), различных механизмах для повышения эргономики (шар рукоятки, шаровая заглушка).

Существует большое количество методов и способов получения сферических поверхностей деталей. К ним можно отнести такие методы получения заготовок сферических поверхностей деталей, как штамповка, ковка, поперечно-клиноватая прокатка, порошковая металлургия.

Однако данные методы не позволяют обеспечить требуемую шероховатость, следовательно, необходимо применение наиболее перспективных способов обработки резанием. К таким способам относятся: обработка фасонным резцом на универсальном токарном станке, режущим инструментом при совмещении двух вращений, резцом при совмещении двух подач на токарных станках, комбинированной головкой, шлифовальным кругом врезанием на шлифовальных станках. Наиболее доступным является способ обработки при совмещении двух подач на токарном станке с ЧПУ, так как другие способы требуют затрат по производству специального дорогостоящего режущего инструмента и оснастки [1].

Обработка сферических поверхностей деталей на токарных станках с ЧПУ имеет ряд особенностей, таких как постоянно изменяющиеся углы в плане лезвия режущего инструмента, скорости резания и подачи. Эти особенности существенно влияют на качество получаемой сферической поверхности.

Рассмотрим процесс обработки сферической поверхности диаметром 37 мм на токарном станке модели 16K20Ф3 с системой ЧПУ Sinumerik 802D при совмещении двух подач.

При обработке использовался токарный резец для контурной обработки Pafana SVJCR 2020 11, оснащаемый пластинами DCMT 070204. Данный резец имеет главный угол в плане $\varphi = 93^\circ$ и вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 52^\circ$.

Предварительно разобьем сферическую поверхность на 5 участков (рис. 1) и в центре каждого участка проведем касательную рабочую плоскость к сферической поверхности для измерения главного и вспомогательного углов в плане.

Так как углы в плане в процессе обработки сферической поверхности постоянно изменяются, то для прогнозирования шероховатости обработанной поверхности воспользуемся формулой [2]:

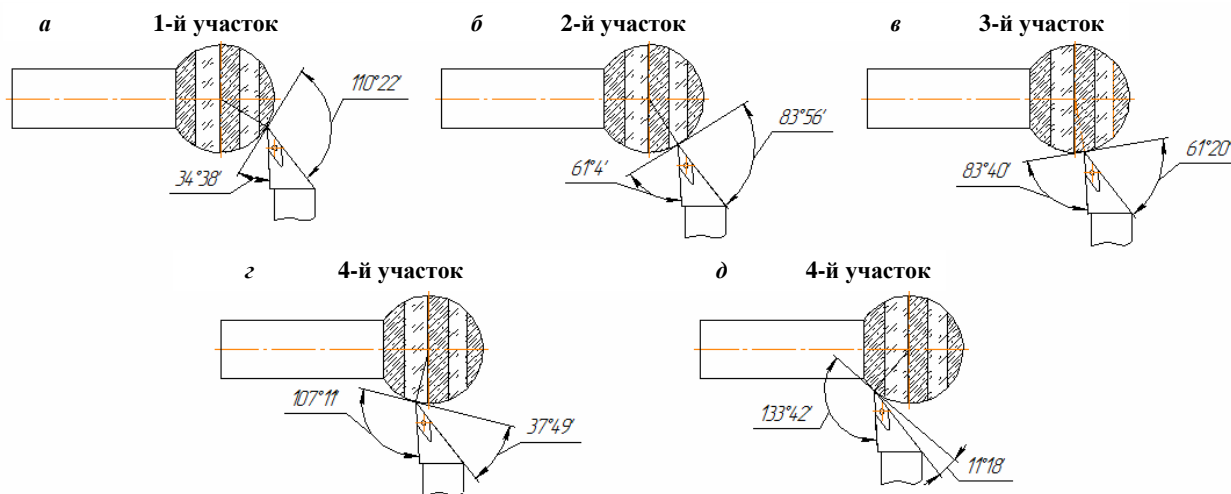
$$Rz = S_o \frac{\tan \varphi \cdot \tan \varphi_1}{\tan \varphi + \tan \varphi_1},$$

где S_o – продольная подача, мм/об; φ – главный угол в плане; φ_1 – вспомогательный угол в плане.

Предварительно примем для обработки сферической поверхности подачу на оборот, равную $S_o = 0,2$ мм/об.

Результаты качественной оценки шероховатости поверхности приведены на рисунке 2.

После обработки сферической поверхности диаметром 37 мм на токарном станке с ЧПУ с частотой вращения $n = 600$ мин⁻¹ и подачей $S_o = 0,2$ мм/об полученная сферическая поверхность имеет четко выделенные участки с различной шероховатостью Rz_{\min} и Rz_{\max} (рис. 3).



a – 1-й участок; б – 2-й участок; в – 3-й участок; г – 4-й участок; д – 5-й участок

Рисунок 1. – Положение режущего инструмента в процессе обработки на токарном станке с ЧПУ

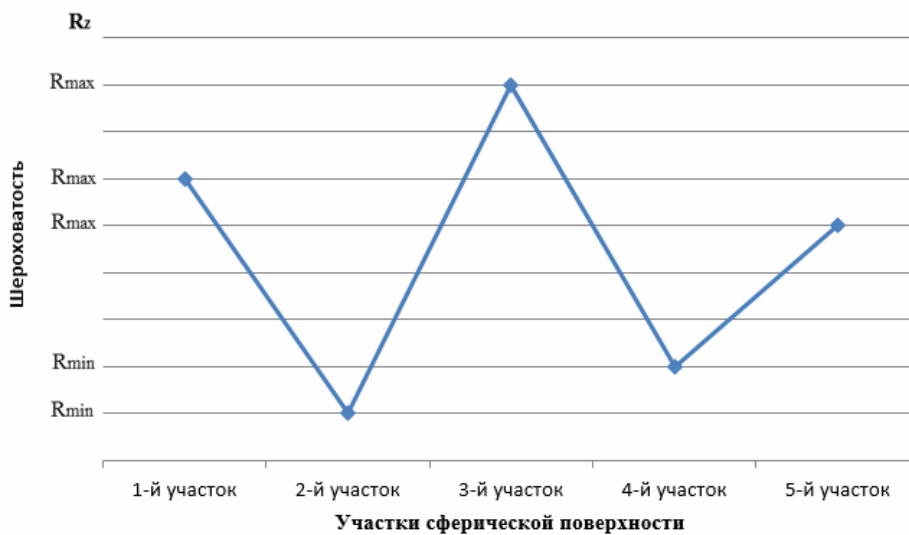


Рисунок 2. – Значения расчетной шероховатости на характерных участках

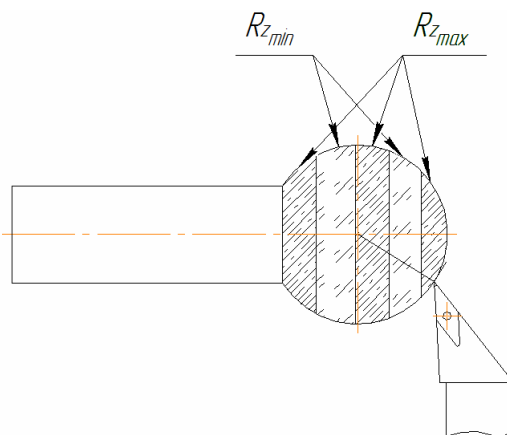


Рисунок 3. – Участки и значения шероховатости сферической поверхности после обработки на токарном станке с ЧПУ

Результаты качественной оценки параметров шероховатости совпадают с экспериментальными данными.

На основании исследований выработаны следующие рекомендации по снижению и равномерному распределению шероховатости сферической поверхности детали:

1) предлагается использовать резец, оснащенный круглой пластиной, что позволит в процессе обработки сферической поверхности детали сохранять постоянными главный и вспомогательный углы в плане;

2) изменения подачи и величины углов в плане лезвия режущего инструмента можно учесть в программе управления процессом обработки. Например, изменение значения угла в плане φ компенсировать изменением величины подачи $S_0 = f(Rz, \varphi, v)$;

3) ввести в программу управления процессом обработки изменение величины скорости резания. Так, например, при составлении программы по обработке сферической поверхности детали можно воспользоваться специальной функцией G96. При включении функции G96 частота вращения шпинделя адаптируется к диаметру обрабатываемой детали (поперечная ось) таким образом, что запрограммированная скорость резания на резце инструмента остается постоянной (частота вращения шпинделя и диаметр = const).

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ способов обработки сферических поверхностей / Н.Н. Попок [и др.] // Вестн. Полоц. гос. ун-та: Сер. В, Прикладные науки. Промышленность. – 2006. – № 12. – С. 42–45.
2. Попок, Н.Н. Теория резания: учеб. пособие для студ. машиностр. специальностей / Н.Н. Попок. – Новополоцк : ПГУ, 2006. – 228 с.