УДК 620.178.16.004

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ АЛМАЗНОГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Пенёв О.В., к.т.н. доцент,
Черкун В.В., к.т.н. доцент,
Парахин А.А., к.т.н. старший преподаватель
Мелитопольский государственный университет, г. Мелитополь, Россия

Аннотация. Статья посвящена вопросам оптимизации параметров алмазного выглаживания цилиндрических поверхностей.

***Ключевые слова*:** алмазное выглаживание, глубина упрочнения поверхностного слоя, шероховатость поверхности.

Постановка проблемы. Финишную обработку на токарных станках выполняют в тех случаях, когда необходимо повысить точность и качество обработанной поверхности. Это достигается тонкой пластической деформацией, доводкой, накаткой и другими способами. Доводку применяют для повышения точности и снижения шероховатости обработанной поверхности. Эта финишная операция обеспечивает точность геометрической формы обработанной поверхности до 0,1-0,3 мкм с шероховатостью Ra – 0,04 – 0,02 мкм.

Анализ последних испытаний. В настоящее время проведено большое количество исследований по закономерностям формирования поверхностного слоя деталей машин. Выполнен анализ многочисленных факторов, влияющих на параметры поверхностного слоя деталей машин, установлены взаимосвязи между этими параметрами при различных методах обработки, выявлены пути управления качеством поверхности. Методу выглаживания поверхностей посвящен ряд работ Грановского, Хворостухина [1], Смелянского, Торбила [2] и др.

В настоящее время существует большое количество математических зависимостей для определения эксплуатационных свойств деталей машин и их соединений, описанных в работах Крагельского [3,4], Михина Н. М. [5] и др.

Тонкая пластическая деформация обработанной поверхности алмазным выглаживанием снижает шероховатость до значений 0,02-0,16 мкм при незначительном упрочнении поверхностного слоя, при обкатке Ra = 0,4-0,05 мкм, но при этом наклепанный слой металла распространяется на глубину до 3 мм, чем обеспечивается повышение твёрдости обработанной поверхности до 30 %.

Основные материалы исследования. Выглаживание заключается в пластической деформации обработанной поверхности скользящим по ней инструментом с целью уменьшить или полностью сгладить неровности поверхности от предварительной обработки. При этом уменьшение шероховатости поверхности детали сопровождается повышением твёрдости ее поверхностного слоя. После каждого оборота обрабатываемой детали след от инструмента перемещаться в осевом направлении до подачи. Так как ширина канавки от инструмента больше подачи, то происходит многократное перекрытие следов от инструмента.

В зависимости от твердости обрабатываемого материала выбирают необходимый радиус сферы выглаживающего инструмента. Для деталей из мягких сталей и цветных сплавов радиус сферы инструмента находится в пределах 2,5-3,5 мм, для деталей средней жесткости – 1,5-2,5 мм, для деталей из высокопрочных сталей (HRC>60) – 1,0-1,5 мм. Шероховатость выглаженной поверхности без следов предварительной обработки составляет Ra = 0,02-0,16 мкм.

В зависимости от обрабатываемого материала назначают силу выглаживания, то есть силу P, с которой инструмент прижимается к обрабатываемой поверхности.

Усилие прижима инструмента зависит от радиуса при вершине инструмента и состоит в пределах 100-300 Н.

$$P = \pi\varepsilon \cdot HV\left(\frac{d-r}{d+r}\right),, \quad (1)$$

где ε- относительная глубина вхождения инструмента;

$$\varepsilon = \frac{h}{r}, \quad (2)$$

h – глубина вхождения инструмента;

HV – твердость по Виккерсу;

d – диаметр обрабатываемой поверхности; d = 10 - 60 мм;

r – радиус рабочей части алмазного инструмента.

$r_{сф}$ = 1,0-2,5мм

Для выглаживания деталей из материалов средней твёрдости сила прижима равна не более 100-150 Н, а из высокопрочных материалов - не более 200-250 Н.

Качество поверхности зависит от подачи инструмента. При изменении подачи от 0,02 до 0,10 мм/об. шероховатость поверхности увеличивается, при этом окончательная пластическая деформация ее уменьшается. Наименьшее значение шероховатости достигается при подачах 0,02 - 0,04 мм/об., с уменьшением которых шероховатость изменяется незначительно, так как возникает повторная наклёп поверхности. С увеличением подачи от 0,08 до 0,10 мм/об. и выше шероховатость поверхности изменяется также незначительно.

Назначение режимов обработки выглаживания сводится к определению оптимальных значений силы выглаживания F_N, радиуса $r_{сф}$ рабочей части индентора, подачи S, скорости обработки V, числа рабочих ходов Z.

Алмазное выглаживание также может быть использовано в качестве упочняющей обработки с целью увеличения усталой прочности деталей. Так, упрочнение алмазным выглаживанием образцов из «сырых» 40, 35ХН1М и цементированной и закаленной до 63-65 HRC стали 14Х2Н 3МА позволило увеличить выносливость на 17-25% по сравнению с не упрочнёнными образцами. Коррозионно-усталая прочность образцов, обработанных алмазным выглаживанием, увеличивается в 3 раза. Качество обработанной поверхности характеризуется двумя параметрами: глубина упрочненного (наклепанного) слоя и шероховатость поверхности.

Величина упрочненного (наклепанного) слоя при алмазном выглаживании зависит от диаметра обрабатываемой детали. Поскольку упрочнение повышает предел прочности поверхности обработанной детали на 15-17%, то величина упрочненного слоя определяется по зависимости:

$$\delta = \left(1 - \frac{\sigma_1}{\sigma_2}\right) \cdot \frac{d}{2} = (1 - 0{,}855) \cdot \frac{d}{2} = 0{,}0725 \cdot d, мм \qquad (3)$$

Основными параметрами, влияющими на величину шероховатости в процессе алмазного выглаживания, являются: усилие прижима инструмента P, Н, скорость обработки V, м/с и подача инструмента S, мм/об.

Для определения оптимальных параметров алмазного выглаживания разработана номограмма определения шероховатости давления инструмента, радиуса при вершине инструмента и продольной подачи инструмента, которая представлена на рис. 1.

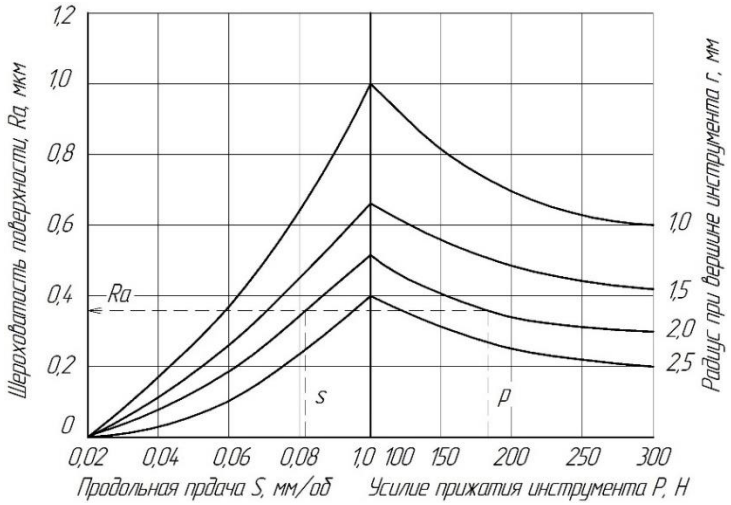

Рис. 1. – Номограмма оптимизации параметров алмазного выглаживания, цилиндрической поверхности, для получения требуемой шероховатости обработанной поверхности

Выводы.

1. Параметры алмазного выглаживания цилиндрических поверхностей находятся в пределах: давление инструмента – P = 100-300 Н, скорость скольжения инструмента – V = 0,16 до 1,6 м/с, продольная подача алмазного инструмента – S = 0,02-0,08 мм/об.

2. Разработанная номограмма оптимизации параметров алмазного выглаживания цилиндрических поверхностей позволяет при выбранном алмазном инструменте, выбирая давление инструмента и продольную подачу, получить нужную шероховатость обработанной поверхности.

Список использованных источников

1. Хворостухин Л. А. Повышение несущей способности деталей машин поверхностным упрочнением / Л. А. Хворостухин, С. В. Шишкин, И. П. Ковалев, Р. А. Ишмаков. – М.: Машиностроение, 1988. – 144 с.

2. Торбило В. М. Алмазное выглаживание / В.М. Торбило. – М. – «Машиностроение», 1992. – 105 с.

3. Крагельский И. В. Трение и износ / И. В. Крагельский. – М. – Машиностроение, 1968. – 480 с.

4. Трение и взнос в машинах: Учеб. для вузов / П.Н. Богданович, В. Я.Прушак. – Мн.: Выш. шк., 1999. –374 с.

5. Полетаев В.А. Технология алмазного выглаживания деталей / В.А. Полетаев, А.В. Топоров. – NovaInfo, 2018. – № 82 – С. 23-26.