

энергии, резко снижаются затраты на инструмент. При доводочных работах анодно-механическая обработка позволяет получить высокое качество поверхности.

### Л и т е р а т у р а

1. Вишницкий А.Л., Ясногородский И.З., Григорчук И.П. Электрохимическая и электромеханическая обработка металлов. – Л., 1971.
2. Черепанов Ю.П., Самецкий Б.И. Электрохимическая обработка в машиностроении. – М., 1972.
3. Гусев В. Н. Анодно-механическая обработка металлов. – М. – Л., 1952.
4. Горохов В. А. Технология обработки материалов: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: Беларуская навука, 2000.

### **РАЗМЕРНАЯ ОБРАБОТКА ППД. ОБКАТЫВАНИЕ И РАСКАТЫВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Студентка Л.И. Ягодинская

Научный руководитель – д-р техн. наук, доц. И.А. Иванов

Преимущество поверхностного пластического деформирования перед традиционными методами финишных операций, осуществляемыми, как правило, абразивными инструментами, заключается в его высокой производительности при достижении без особых затруднений шероховатости до  $Ra = 0,025$  мкм и точности обработки до 6-го качества. При этом обработка ППД сопровождается упрочнением поверхностного слоя деталей, что значительно повышает их эксплуатационные свойства: усталостную прочность, контактную выносливость, коррозионную стойкость, износостойкость и т.д. Методами ППД во многих случаях можно успешно заменять такие методы отделочной обработки, как хонингование, суперфиниширование, доводка. Методы ППД находят все большее применение в технологических процессах различных отраслей машиностроения и приборостроения при изготовлении большой номенклатуры деталей (оси, валы, втулки, стаканы, гильзы, цилиндры, шестерни, штоки, шпунжеры, коленчатые валы, корпусные детали и др.).

Цель работы – рассмотреть качественные зависимости точности и шероховатости обработанной ППД поверхности от различных факторов и влияние ППД на эксплуатационные свойства деталей.

Отделочную и упрочняющую обработку наружных поверхностей деталей осуществляют обкатыванием, а внутренних – раскатыванием. Оба эти метода принципиально не отличаются друг от друга, однако инструменты для обкатывания и раскатывания имеют конструктивные особенности. Обкатывание обеспечивает шероховатость обработанной поверхности  $Ra = 0,4 \dots 0,05$  мкм, при этом шероховатость поверхности детали до обкатывания должна быть не более 0,8 мкм.

***Влияние технологических факторов процесса на шероховатость поверхности.*** Усилие накатывания оказывает наибольшее влияние на шероховатость поверхности, что связано с самим характером обработки методом ППД. Путем изменения усилия накатывания можно в широком диапазоне изменять шероховатость поверхности. Недостаточное усилие не обеспечивает достаточной деформации поверхностного слоя, так как сминаются лишь вершины гребешков. С увеличением усилия деформация гребешков увеличивается, а шероховатость поверхности уменьшается. Однако чрезмерное увеличение усилия приводит к увеличению шероховатости и даже к разрушению поверхностного слоя (явление перенаклепа). При отделочной обработке оптимальное усилие накатывания должно обеспечить полное сглаживание микронеровностей исходной поверхности, при этом достигается наименьшая шероховатость  $Ra = 0,4 \dots 0,025$  мкм.

***Подача*** является одним из главных элементов режима обработки, оказывающим значительное влияние на шероховатость накатанной поверхности. ***Скорость накатывания*** не оказывает существенного влияния на шероховатость. При выборе скорости накатывания необходимо исходить из производительности.

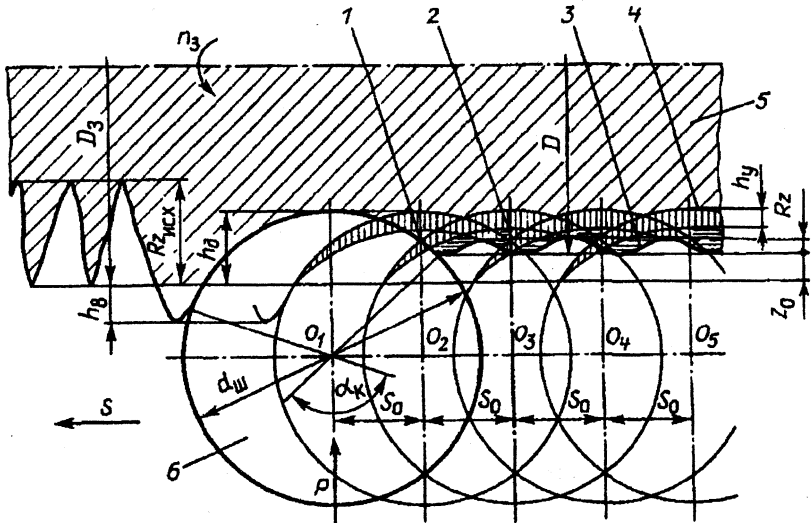


Схема деформации поверхности и материала при отделочно-упрочняющей обработке ППД:

- 1 – зона пластической деформации; 2 – зона упругой деформации; 3 – поперечная шероховатость поверхности после обкатывания; 4 – профиль следа шара; 5 – заготовка; 6 – инструмент;  $O_1 - O_5$  – положение центра шара при перемещении с подачей  $S_0$  на оборот заготовки;  $Rz_{исх}$ ,  $Rz$  – высоты неровностей исходной и накатанной поверхностей;  $z_0$  – пластическая деформация поверхности;  $h_y$  – упругая деформация материала;  $h_d$  – глубина внедрения инструмента;  $h_B$  – высота выступа деформируемого материала;  $\alpha_k$  – угол контакта шара с обрабатываемым материалом

При обработке деталей ППД заданная точность и шероховатость обрабатываемой поверхности достигаются без съема металла. В этом случае припуском под обработку является величина остаточной деформации поверхностного слоя детали. Повышение точности размеров в результате обработки ППД возможно лишь при использовании инструмента с жестким контактом деформирующих элементов с обрабатываемой поверхностью. Применение жестких роликовых и шариковых ротационных дорнов, а также ротационных протяжек позволяет понизить точность диаметральных размеров на 1-2-го качества. Инструменты с жестким контактом деформирующих элементов могут полностью или частично исправить погреш-

ности формы цилиндрических поверхностей (конусность, эллипсность, бочкообразность и т.п.).

**Эксплуатационные свойства деталей, обработанных ППД.**  
**Усталостная прочность.** Увеличение усталостной прочности получено при обкатывании крупных резьб. Применение ППД обеспечивает повышение несущей способности резьбовых деталей различных размеров до трех и более раз.

Значительный эффект в повышении усталостной прочности ступенчатых валов достигнут при пластическом деформировании галтелей. Так, накатывание галтелей ступенчатых валов различными упрочняющими устройствами повышает предел выносливости от 1,4 до 2,5 раза, а упрочнение шеек коленчатых валов – от 1,3 до 1,8 раза. **Контактная прочность.** Положительные результаты получены при алмазном выглаживании деталей подшипников. Выглаженные беговые дорожки радиально-упорных подшипников имели долговечность в 2...3 раза выше, чем шлифованные. **Износостойкость.** Высокая эффективность ППД как метода повышения износостойкости деталей, работающих в условиях трения скольжения со смазкой, в настоящее время считается общепризнанной, так как это подтверждено многочисленными исследованиями.

**Выводы.** Таким образом, применение ППД с оптимальными режимами обработки во многих случаях существенно повышает эксплуатационные свойства деталей машин. Простота способов ППД и их неоспоримое преимущество (значительное уменьшение шероховатости поверхности за один проход, формирование поверхностного слоя с определенной степенью и глубиной наклепа, величиной и глубиной распространения сжимающих напряжений и т.д.) позволяют рекомендовать обработку ППД, где это возможно, как наиболее эффективный метод отделочной обработки и повышения долговечности деталей машин.

## Л и т е р а т у р а

Технология размерно-чистой и упрочняющей обработки / П.С. Чистосердов, Б.П. Чемисов, Л.М. Кожуро, Л.М. Акулович, – Мн.: Універсітэцкае, 1993. – 187 с.