

Г.В. ТИЛИГУЗОВ, Е.С. ЯЦУРА,
О.В. ЖИЛИНСКИЙ, Э.Ф. КАПАНЕЦ

ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПРИ БЕСЦЕНТРОВОМ ШЛИФОВАНИИ

В связи с возросшими требованиями к качеству выпускаемой продукции, ее надежности и долговечности возникает необходимость обеспечивать в процессе изготовления строго регламентированные характеристики качества обрабатываемых поверхностей, обуславливающие требуемые или повышенные эксплуатационные свойства деталей машин. Эффективные способы управления качеством обрабатываемых поверхностей могут быть разработаны на основании достоверных зависимостей физико-механических характеристик поверхностных слоев деталей от основных параметров процесса обработки.

Управление качеством поверхностных слоев обрабатываемых деталей при бесцентровом врезном шлифовании наиболее целесообразно осуществлять на заключительном этапе рабочего цикла обработки. Результаты исследований, приведенные в работах [1, 2], свидетельствуют о существенном влиянии выхаживания при шлифовании на физико-механические свойства и структурное состояние обработанной поверхности. На этом этапе обработки количество режущих абразивных зерен уменьшается, а количество скользящих и давящих увеличивается, в результате чего возрастает интенсивность абразивного наклепа поверхности. Этот процесс сопровождается мгновенным воздействием высоких температур. В результате действия силового и температурного факторов в поверхностных слоях происходят существенные структурно-фазовые превращения. В связи с этим путем управления процессом выхаживания можно изменять эксплуатационные свойства поверхностей обрабатываемых деталей.

При экспериментальном исследовании ставилась задача выявить влияние закономерностей съема металла в процессе выхаживания при бесцентровом врезном шлифовании на физико-механические свойства и структурное состояние обрабатываемых поверхностей. Обработка деталей проводилась на круглошлифовальном бесцентровом станке мод. 3М182. Врезанием с последующим выхаживанием по реле времени шлифовались заготовки (из материалов сталь 45, HRC 50...52; ШХ9; ШХ15, HRC 60...62), имеющие исходную некруглость и нецилиндричность 5...10 мкм и шероховатость поверхности 5...6-го класса. Каждая партия заготовок (в количестве 35 штук) обрабатывалась при неизменной величине поперечной подачи 1,5 мм/мин, припуске 0,05 мм и продолжительности выхаживания 3 с.

Варьирование условий шлифования на выхаживании осуществлялось путем изменения скорости вращения обрабатываемой детали на этом этапе в диапазоне от 40 до 160 м/мин. Необходимая величина скорости обеспечивалась за счет автоматического увеличения частоты вращения двигателя привода ведущего круга в начальный момент выхаживания.

Рентгеновские съемки при определении количества остаточного аустенита в шлифованных поверхностях деталей проводились на дифрактометре УРС-50 ИМ (с рентгеновской трубкой БСВ-6), оснащенном сцинтилляционным счетчиком и счетно-регистрирующим устройством ССД. Использовалось Fe-K_α -излучение. Дифрагированный пучок монохроматизировался с помощью фокусирующего кварцевого монохроматора. Запись исследуемых дифракционных линий (110) мартенсита и (111) аустенита осуществлялась в интегральном режиме с угловой скоростью вращения счетчика $7 \cdot 10^{-5}$ рад/с и скоростью движения диаграммной ленты регистрирующего потенциометра 20 мм/мин. При изучении распределения степени наклепа и содержания остаточного аустенита по глубине шлифованной поверхности проводилось снятие слоев металла путем электрохимического полирования в электролите следующего состава: 640 мл H_3PO_4 и 120 г CrO_5 при плотности тока $2,5 \cdot 10^{-3} \dots 5 \cdot 10^{-3}$ А/м². Микротвердость измерялась на микротвердомере ПМТ-3 при нагрузке 0,98 Н.

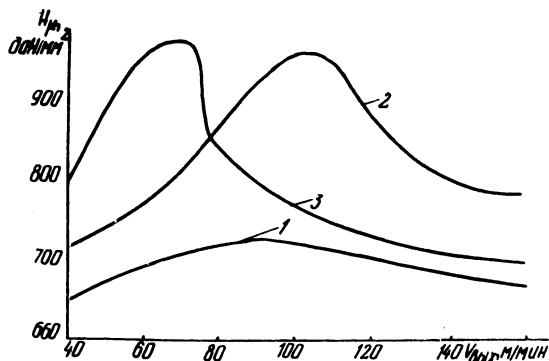


Рис. 1. Зависимость микротвердости поверхности от скорости вращения детали на выхаживании ($t = 0,05$ мм, $s = 1,5$ мм/мин, $T = 3$ с): 1 — сталь 45, HRC 50...52, $d = 10$ мм; 2 — ШХ15, HRC 60...62, $d = 15$ мм; 3 — ШХ9, HRC 60...62, $d = 5$ мм.

Анализ экспериментальных данных показал, что при увеличении скорости вращения обрабатываемой детали при выхаживании в исследуемом диапазоне происходит существенное изменение микротвердости поверхностей деталей. Кривые изменения микротвердости в зависимости от скорости для различных обрабатываемых материалов изображены на рис.1. Характер изменения микротвердости шлифованных поверхностей при увеличении скорости вращения детали на выхаживании от 40 до 160 м/мин одинаков для различных материалов, интенсивность же наклепа различная. Максимальным значениям микротвердости поверхностей деталей из зака-

ленных сталей – стали 45 ($H_{\mu} = 726 \frac{\text{даН}}{\text{мм}^2}$ – кривая 1) и ШХ15 ($H_{\mu} = 970 \text{ даН/мм}^2$ – кривая 2) соответствуют значения скорости в диапазоне 90 ... 110 м/мин, а из закаленной стали ШХ9 ($H_{\mu} = 987 \text{ даН/мм}^2$ – кривая 3) – скорости $V_{\text{вых}} = 70$ м/мин. Дальнейшее повышение этой скорости на выхаживании приводит к разупрочнению поверхностей деталей.

Наибольший относительный прирост микротвердости при увеличении скорости от 40 до 110 м/мин наблюдается у сталей ШХ15 (25%) и ШХ9 (17%), а наименьший – у стали 45 (7%). Это вызвано тем, что процесс поверхностного пластического деформирования при выхаживании с повышенной скоростью вращения детали сопровождается структурно-фазовыми превращениями, происходящими из-за мгновенного воздействия высоких температур в местах врезания абразивных зерен.

В результате обработки дифрактограмм получены данные о содержании остаточного аустенита в поверхностных слоях деталей, шлифованных при различных скоростях во всем исследуемом диапазоне. Соответствующие графические зависимости приведены на рис. 2. Для закаленной стали 45 характерно уменьшение содержания остаточного аустенита в диапазоне изменения скорости от 40 до 110 м/мин (кривая 1). Так как этому же диапазону изменения скорости соответствует увеличение микротвердости шлифованных поверхностей (рис. 1), подобное уменьшение содержания остаточного аустенита следует отнести за счет повышения степени пластической деформации поверхностных слоев металла, сопровождаемой превращением остаточного аустенита в мартенсит. При скоростях вращения детали выше 110 м/мин содержание остаточного аустенита практически не изменяется, а микротвердость в результате теплового разупрочнения и образования структур отпуска понижается.

Зависимость содержания остаточного аустенита при шлифовании стали ШХ15 от скорости вращения детали на этапе выхаживания имеет более сложный характер (рис. 2, кривая 2). В диапазоне скорости 40...70 м/мин происходит уменьшение содержания остаточного аустенита в поверхностных слоях. Это вызвано увеличением микронапряжений в зернах аустенита под действием интенсивного абразивного наклепа, что приводит к переходу неустойчивой фазы аустенита в более устойчивую – мартенсит. Причем степень повышения микротвердости шлифованных поверхностей для стали ШХ15 на данном диапазоне скорости выше, чем для стали 45, что обусловлено распадом тетрагонального мартенсита и образованием дисперсных карбидных частиц. На интервале скорости 90...110 м/мин в поверхностном слое шлифованных деталей наблюдается (рис. 2, кривая 2) повышение до 18% содержания остаточного аустенита. Этому же диапазону скорости соответствует (рис. 1, кривая 2) максимальная микротвердость поверхности детали ($H_{\mu} = 900...970 \text{ даН/мм}^2$). Дальнейшее повышение скорости вращения на

этапе выхаживания до 160 м/мин приводит к уменьшению содержания остаточного аустенита (до 12...14%) и снижению микротвердости шлифованных поверхностей (до 760 даН/мм²).

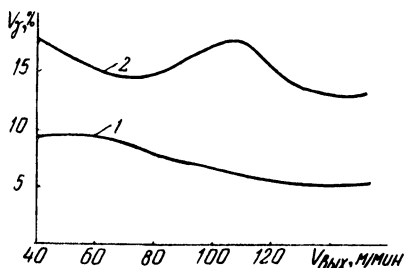


Рис. 2. Зависимость содержания остаточного аустенита в поверхностных слоях от скорости вращения детали на выхаживании ($t = 0,05$ мм, $s = 1,5$ мм/м, $T = 3$ с):
1 – сталь 45, HRC 50...52; 2 – ШХ15, HRC 60...62.

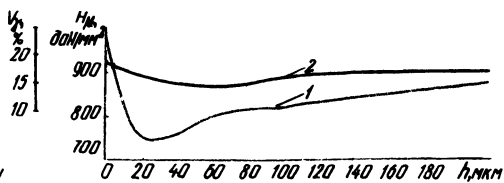


Рис. 3. Характер изменения микротвердости и содержания остаточного аустенита по глубине поверхностного слоя деталей из материала ШХ15:
1 – микротвердость; 2 – содержание остаточного аустенита.

Анализ микроструктур поверхностей закаленных деталей из стали ШХ15, прошлифованных при различных скоростях вращения на этапе выхаживания, показал, что при шлифовании в диапазоне скорости 90...110 м/мин в поверхностных слоях образуются две зоны структурного состояния, аналогичные зонам, рассматриваемым в работах [2,3]. Первая зона представляет собой слаботравящийся белый слой с повышенным (до 18%) содержанием аустенита, отличающийся высокой микротвердостью ($H_{\mu} = 970$ даН/мм²). Вторая зона более темного цвета, обладает хорошей травимостью, имеет структуру скоростного высокотемпературного отпуска и состоит из феррита, остаточного аустенита и цементита. Для выявления характера изменения свойств поверхностного слоя деталей по глубине с образцов из стали ШХ15, прошлифованных со скоростью 100 м/мин, путем электрохимического полирования последовательно снимались тонкие слои металла толщиной $h = 5$ мкм. В той же последовательности определялись микротвердость поверхностного слоя и содержание в нем остаточного аустенита. Соответствующие графические зависимости приведены на рис. 3. Слой с повышенным (17,7%) содержанием остаточного аустенита при шлифовании со скоростью вращения детали на выхаживании 110 м/мин имеет толщину 10 мкм. На глубине от 10 до 40 мкм наблюдается снижение содержания остаточного аустенита до 12%. На глубине 80 мкм содержание этой составляющей стабилизируется и составляет 14...15%, что соответствует содержанию аустенита в исходной структуре металла.

Аналогичный характер имеет зависимость микротвердости по глубине поверхностного слоя (рис. 3, кривая 1). Наибольшей твердостью (970...900 даН/мм²) обладает слой глубиной 10 мкм. Наименьшая твердость (742 даН/мм²) наблюдается на глубине 20 мкм. Микротвердость исходного металла (около 870 даН/мм²) выше, чем в зоне отпуска, но ниже, чем твердость зоны вторичной закалки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Я щ е р и ц ы н П.И. Влияние структуры рабочего цикла внутришлифовальных станков на качество обработанных поверхностей. — Станки и инструмент, 1965, № 10. 2. Я щ е р и ц ы н П.И., Р ы ж о в Э.В., А в е р ч е н к о в В.И. Технологическая наследственность в машиностроении. — Минск, 1977. 3. Повышение надежности и долговечности роликоподшипников / Я.И. З ы к о в, В.И. К и т а е в, Л.Г. К у к л и н и д р. — М., 1969.

УДК 621.787

М.Л. ЕРЕМЕНКО, Г.П. КРИВКО,
В.И. ТУРОМША

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК НЕСИММЕТРИЧНЫХ БОЧКООБРАЗНЫХ РОЛИКОВ МЕТОДОМ ПОПЕРЕЧНОЙ ПРОКАТКИ

В настоящее время ролики подшипников получают тремя способами: токарной обработкой, штамповкой, поперечной прокаткой.

Первые два метода наиболее широко применялись при получении заготовок роликов и являются наиболее изученными. Поперечная прокатка роликов, особенно большого диаметра (от 12 до 62 мм), только начинает внедряться в производство [1,3]. Положенная в основу процесса операция холодной поперечной прокатки из штучных заготовок позволяет придать заготовкам требуемые форму, размеры и высокие физико-механические свойства.

Формообразование ролика производится между вращающимися и одновременно сближающимися валками за счет пластического течения металла и зоны сосредоточенного деформирования к торцовым поверхностям. При этом во избежание разрушения заготовки величина единичного обжатия не должна превышать 2% от ее диаметра [2].

При поперечной прокатке в результате пластической деформации происходит изменение физико-механических свойств поверхностного слоя ролика повышается микротвердость за счет интенсивного наклепа, создается структура и появляются остаточные напряжения сжатия.