

ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЕРДОСТИ И ГЛУБИНЫ НАКЛЕПАННОГО СЛОЯ ПРИ СОВМЕЩЕННОЙ ОБРАБОТКЕ РОТАЦИОННЫМ РЕЗАНИЕМ И ППД

При размерно-чистовой и отделочной обработке деталей машин комбинированным ротационным инструментом (КРИ), содержащим круглый самовращающийся резец и один или несколько торовых накатных элементов происходит изменение размеров и формы обрабатываемой поверхности, ее макро- и микрогеометрии, а также ее физико-механических свойств.

Важнейшими показателями, которые характеризуют состояние поверхностного слоя при ротационных способах обработки, являются глубина наклепа и степень упрочнения.

Вопросы структурных изменений, глубины и степени упрочнения поверхностного слоя при различных способах обработки поверхностным пластическим деформированием (ППД) рассматриваются в ряде работ советских и зарубежных ученых. Однако результатов исследований по применению при совмещенной обработке ротационного резания и ППД опубликовано не было.

В Могилевском машиностроительном институте исследования степени и глубины наклепанного слоя при ротационном резании и ППД проводились на жестких толстостенных втулках из стали 45, внутренний диаметр которых ($\varnothing 135$) был окончательно обработан универсально-переналаживаемым комбинированным инструментом на станке модели 1К625. Конструкция инструмента, позволяющего обрабатывать отверстия круглым самовращающимся резцом с прямой схемой резания и комбинированными инструментами одностороннего или уравновешенного действия, описана в работе [1].

Существующие методики аналитического определения глубины наклепанного слоя [2, 3] не позволяют использовать методики для обработки комбинированным инструментом, так как ни одна из них не учитывает особенностей совмещенного процесса ротационной обработки резанием и ППД. Поэтому глубина наклепанного слоя находилась экспериментальным путем.

Глубина наклепа определялась как толщина зоны металла с повышенной твердостью. Под степенью наклепа было принято отношение

$$\frac{H_{\text{пов}} - H_0}{H_0} 100\% ,$$

где $H_{\text{пов}}$ - твердость, измеренная на обработанной поверхности; H_0 - твердость основного металла.

Для определения степени и глубины наклепанного слоя при ротационных способах обработки из исследуемых втулок вырезались образцы. На рабочей поверхности образца сошлифовывалась плоскость под углом 3° . Шлифование производилось на плоскошлифовальном станке в синусных тисках при обильном охлаждении с целью предохранения поверхностного слоя от разупрочнения. Окончательно образцы притирались вручную с помощью алмазных паст. Плоскость "косого среза" позволила увеличить в 30...50 раз глубину наклепанного слоя. Замер микротвердости производился на микротвердомере модели ПМТ-3 при вдавливании алмазной пирамидки с нагрузкой 50 гс. С помощью окулярного микрометра определялась длина диагонали отпечатка пирамиды.

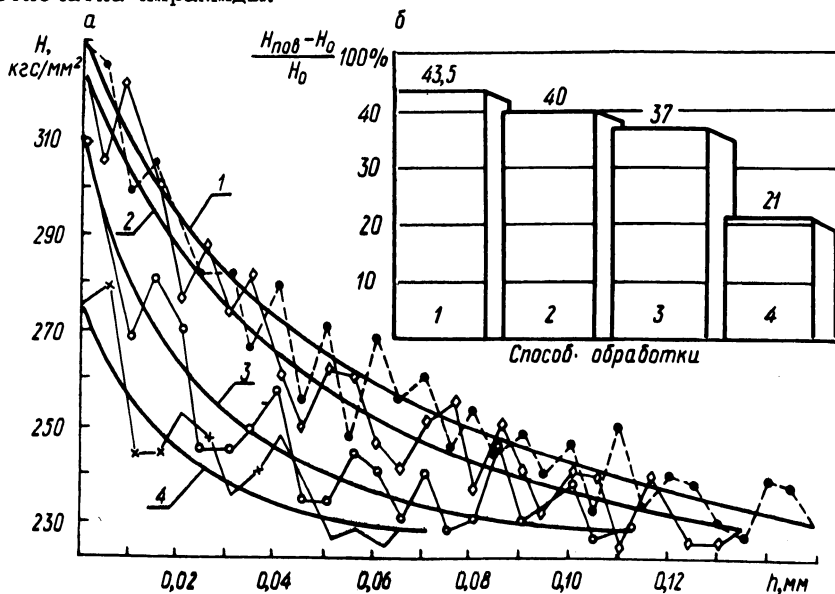


Рис. 1. Влияние способа и режима обработки на микротвердость (а), степень упрочнения поверхностного слоя (б) при обработке: комбинированным уравновешенным инструментом (1) (оптимальный режим); комбинированным инструментом (2) одностороннего действия (оптимальный режим); комбинированным инструментом (3) при $P_1 = P_2 = 25$ кгс; круглым самовращающимся резцом (4).

На каждом образце накальвались три линии наколов с расстоянием между ними 0,1 мм и шагом 0,05 мм. По трем замерам определялась средняя величина диагонали отпечатка, а по этой величине - число твердости.

Т а б л и ц а 1. Степень упрочнения поверхностного слоя при различных способах и режимах ротационной обработки

Способ обработки	Усилие торового ролика $P, \text{кгс}$	Величина подачи $S,$ мм/об	Исходная шерохова- тость по- верхности $R_a, \text{мкм}$	Шерохо- ватость по- верхности после об- работки $R_a, \text{мкм}$	Степень упрочнения, %
Совмещенная обработка комбинированным равно- вешенным инструментом (оптимальный режим)	$P_1 = P_2 = 37$	0,3	7,5	0,2	43,5
Совмещенная обработка комбинированным инстру- ментом одностороннего действия (оптимальный режим)	$P = 48$	0,15	7,5	0,25	40
Совмещенная обработка комбинированным равно- вешенным инструментом	$P_1 = P_2 = 25$	0,3	7,5	0,5	37
Растачивание круглым самовращающимся резцом с прямой схемой резания (оптимальный режим)		0,15	2,0	0,5	21

На рис. 1, а показано изменение микротвердости поверхностного слоя образцов, обработанных различными ротационными способами. Как видно, в процессе обработки комбинированным ротационным уравновешенным инструментом отверстий в заготовках из стали 45 происходит упрочнение поверхностного слоя на глубину до 0,15 мм. При этом поверхностная твердость увеличивается в 1,4 раза. Чистовая обработка круглым самовращающимся резцом с прямой схемой резания вызывает упрочнение поверхности на глубину 0,07 мм при повышении поверхностной твердости в 1,2 раза.

Исследования показали, что степень упрочнения зависит как от вида, так и от режима ротационной обработки (табл. 1, рис. 1, б).

Таким образом, при оптимальных режимах обработки, обеспечивающих наименьшую шероховатость поверхности, наибольшая степень упрочнения получается при обработке комбинированным уравновешенным инструментом, а наименьшая – при обработке круглым самовращающимся резцом (43,5% против 21%).

Приведенные результаты исследования показывают улучшение состояния поверхностного слоя при обработке комбинированным ротационным инструментом по сравнению с комбинированным инструментом и с круглым самовращающимся резцом. При этом обеспечивается повышение производительности труда в два раза и более.

Л и т е р а т у р а

1. Чистосердов П.С., Сургунт Я.М. Бинарные ротационные инструменты для калибрующе-упрочняющей обработки отверстий. - В сб.: Прогрессивная технология машиностроения. Минск, 1974, вып. 5. 2. Иванов В.В. Упрочнение деталей подвижного состава накаткой. М., 1956. 3. Хейфец С.Г. Аналитическое определение глубины наклепанного слоя при обработке роликами стальных деталей. - В сб.: Новые исследования в области прочности машиностроительных материалов. М., 1952.

УДК 621.923

Э.С.Бранкевич

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ МЕТАЛЛА ПРИ ШЛИФОВАНИИ

Проведенные нами металлографические исследования шлифованных закаленных образцов из стали ШХ15 позволили установить, что при шлифовании в поверхностном слое металла вторичная закалка происходит при более низких, а вторичный отпуск - при более высоких температурах, чем при обычной термообработке. Одно из объяснений этого явления дано в работе [1], где отмечается, что главной особенностью теплового процесса при шлифовании является весьма малое время действия теплового источника большой мощности. Например, время действия единичного абразивного зерна на обрабатываемую поверхность составляет $10^{-5} \dots 10^{-6}$ с, время контакта каждой точки поверхности детали с кругом измеряется тысячными долями секунды. Так как за этот короткий промежуток времени происходит нагрев до нескольких сот, а иногда более тысячи градусов, скорости нагрева достигают величин $10^5 \dots 10^8$ град/с. Затем за счет теплопроводности металла изделия происходит отвод тепла вглубь со скоростями примерно такого же порядка, как скорости нагрева. В результате высокоскоростного термическо-