

В.М.Торбило, Л.А.Ефимова, Е.А.Евсин

АЛМАЗНОЕ ВЫГЛАЖИВАНИЕ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ С ШЛИФОВОЧНЫМИ ДЕФЕКТАМИ

Алмазное выглаживание является отделочным методом обработки, которому обычно предшествует шлифование. Известно, что при шлифовании стальных деталей возможно появление таких дефектов поверхностного слоя, как прижоги, микротрещины, увеличение количества остаточного аустенита и т.д., уменьшающие долговечность работы детали. Поэтому необходимо знать, что происходит с шлифовочными дефектами поверхностного слоя после алмазного выглаживания.

Для исследования были выбраны стали 12Х2Н4А (HRC 60), 40Х (HRC 54) и У10 (HRC 62), имеющие различное содержание углерода. После термообработки исследуемые детали шлифовались на круглошлифовальном станке по двум режимам (табл. I).

Т а б л и ц а I

	Режим I	Режим 2
Характеристики круга	Э9А40МЗК8	Э9А16С1К8
Продольная подача, м/мин	5	8
Поперечная подача, мм/дв.ход	0,02	0,1
Скорость вращения круга, м/сек	30	30
Скорость вращения детали, м/мин	25	15
СОЖ	эмульсия	-

При шлифовании по первому режиму шлифовочных дефектов не наблюдалось, а при шлифовании по второму - поверхность получалась с заметными прижогами и трещинами.

После шлифования детали выглаживались на токарном станке ИБ1П алмазной гладилкой, радиусом 1,5 мм, с подачей $S = 0,02$ мм/об. В процессе выглаживания контролировалась температура в зоне контакта. Режимы выглаживания и температуры приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

№ режима	P_y , кгс	V , м/мин	$T^{\circ}C$
1	5	5,5	30
2	5	252	140
3	30	5,5	70
4	30	252	480

Для контроля качества поверхности применялись следующие методы:

1. Микроструктурный анализ с помощью микроскопа МИМ-8 при увеличении в 500 и 1000 раз.
2. Рентгеноструктурный анализ на установке УРС50ИМ для определения содержания остаточного аустенита и оценки напряжений 2 рода.
3. Измерение микротвердости на приборе ПМТ-3 с нагрузкой 100 г.
4. Проверка на трещины методами цветной дефектоскопии, магнитного контроля и микроскопии.

Рассмотрим, какие изменения происходят в поверхностном слое шлифованной закаленной стали после алмазного выглаживания.

Содержание остаточного аустенита. Известно, что при шлифовании закаленных сталей, в особенности с высоким содержанием углерода, в поверхностном слое повышается содержание остаточного аустенита, особенно в местах прижогов. Алмазное выглаживание шлифованной поверхности позволяет существенно уменьшить его содержание. (рис. I).

Из рис. I видно, что с увеличением силы выглаживания количество остаточного аустенита значительно уменьшается. Это объясняется тем, что пластическая деформация повышает внутреннюю энергию аустенита, тем самым увеличивая термодинамический стимул его распада. Уже при силах выглаживания 5-8 кгс происходит интенсивный распад остаточного аустенита и переход его в мартенсит. При дальнейшем повышении силы до 25-30 кгс степень распада увеличивается, но менее интенсивно.

Наряду с уменьшением количества остаточного аустенита повышается структурная однородность поверхностного слоя. Как показывает опыт, при выглаживании таких поверхностей наибольший распад остаточного

аустенита происходит в местах прижогов, поэтому процентное содержание его в поверхностном слое выравнивается, становится более однородным.

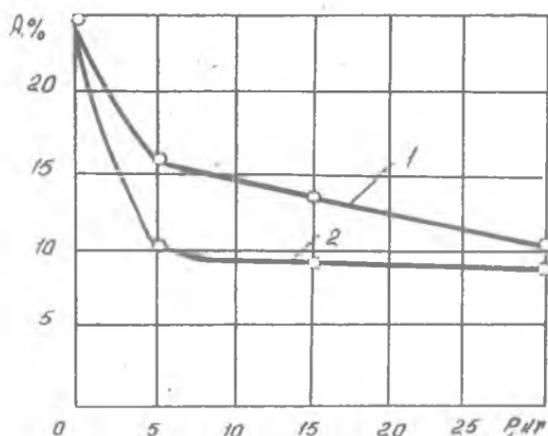


Рис. 1. Влияние силы и скорости выглаживания на количество остаточного аустенита. Сталь У10А (НРС62):

1 - $V = 252$ м/мин; 2 - 5 м/мин

Прижоги отпуска возникают при шлифовании, когда температура нагрева поверхностного слоя не превышает точки AC_1 диаграммы железо-углерод. При этом мартенситная структура закаленной стали распадается, образуя троостито-сорбитную структуру отпуска. Твердость отпущенного слоя существенно снижается (см. кривую 1, рис. 2).

Алмазное выглаживание не изменяет структуру металла в месте прижога отпуска. Происходит упрочнение поверхностного слоя (кривые 2, 3 рис. 2), твердость его выравнивается, становится более однородной. Аналогичные результаты получены при обработке стали 40Х.

С увеличением скорости и, соответственно, контактной температуры в пределах, указанных в табл. 2, степень упрочнения поверхности и глубина упрочненного слоя практически не изменяются или несколько уменьшаются.

Прижог закалки. Подобные дефекты возникают при нагреве поверхностного слоя в процессе шлифования выше температуры фазовых превращений. Вторично закаленные слои состоят из мартенсита закалки и

В ранее опубликованных работах [1, 2] утверждалось, что скорость выглаживания практически не влияет на интенсивность распада остаточного аустенита. Это верно лишь при скоростях, меньших 100-150 м/мин. При более высоких скоростях происходит значительный нагрев (до 400-500⁰С) обрабатываемой поверхности и количество распавшегося аустенита уменьшается (рис. 1).

Прижог отпуска.

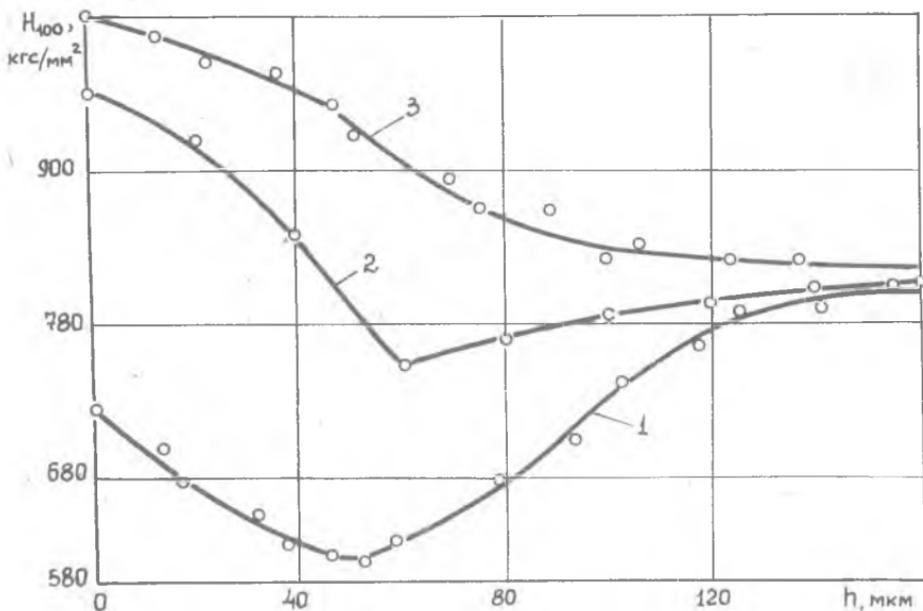


Рис.2.Изменение микротвердости по глубине поверхностного слоя стали У10А(НRC62) после шлифования с прижогом отпуски (1), алмазного выглаживания с Р = 5 кгс(2) и с Р = 30 кгс(3)

и аустенита (до 40-60%) и имеют высокую твердость - до 1000-1100 кгс/мм². Выглаживание вторично закаленных слоев приводит к распаду остаточного аустенита и переходу его в мартенсит. При этом поверхностная твердость практически не снижается, а толщина слоя повышенной твердости увеличивается (рис.3).

Трещины. Шлифование на жестких режимах приводит к образованию на поверхности трещин, легко обнаруживаемых всеми методами контроля (цветная дефектоскопия, магнитный контроль, просмотр на микроскопе МИМ-7 с увеличением в 120-270 раз). После выглаживания с силой 20 кгс трещины методами магнитного контроля и цветной дефектоскопии не обнаруживаются. Наблюдения на микроскопе показывают наличие трещин, заметно уменьшившихся по ширине. Микрошлифы, выполненные с торца образцов, не показали распространения трещин в глубину.

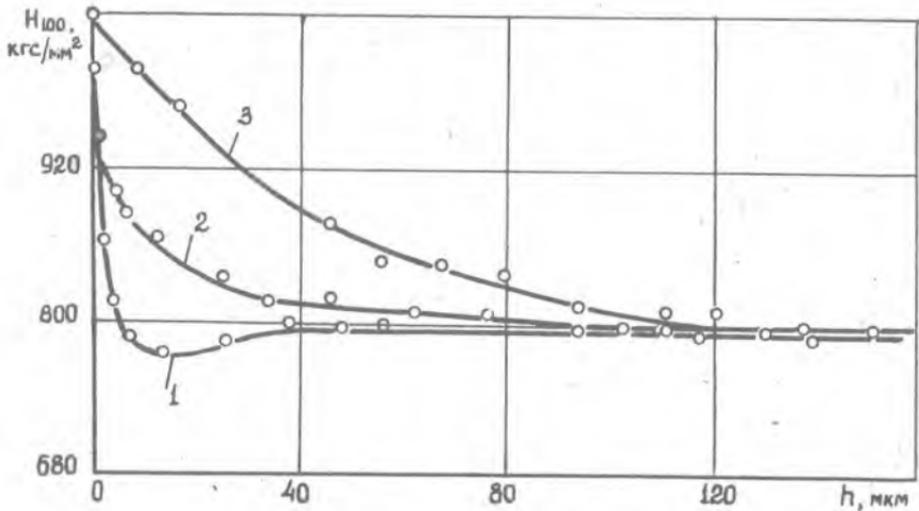


Рис.3. Изменение микротвердости по глубине поверхностного слоя стали У10А (HRC62) после шлифования с прижогом вторичной закалки (1), алмазного выглаживания с $P = 5$ кгс (2) и с $P = 30$ кгс (3)

Проведенные исследования показывают, что алмазное выглаживание деталей с шлифовочными дефектами в определенной степени способствует их "залечиванию", поверхность становится более однородной. А это приводит к повышению прочности и долговечности деталей [3].

Л и т е р а т у р а

1. Т о р б и л о В.М. Алмазное выглаживание. М., "Машиностроение", 1972.
2. Т о р б и л о В.М., М а р к у с Л.И. Распад остаточного аустенита при алмазном выглаживании закаленной стали ШХ15. "Известия вузов. Машиностроение". 1969, № 2.
3. Ш а х о в В.И., Д е в я т к и н В.П. Исследования в области упрочнения поверхностным пластическим деформированием колец роликовых подшипников. В сб.: "Повышение прочности и долговечности деталей машин поверхностным пластическим деформированием". М., 1970.