

УДК 620.186.5

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СТАЛИ 65Г ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Константин Рамилович Исаев

*Магистр 2 года обучения**кафедра «Материаловедение»**Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана**Научный руководитель: Л.В. Федорова,**доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»***Введение**

Используемые в настоящее время способы повышения износостойкости поверхностей деталей (термообработка, химико-термическая обработка, напыление, лазерная обработка и т.д.) требуют применения дорогостоящего оборудования, специальной предварительной обработки упрочняемых поверхностей, дорогостоящих расходных материалов. В связи с этим определенный интерес представляет метод упрочнения поверхностей стальных деталей электромеханической поверхностной закалкой (ЭМПЗ).

Электромеханическое воздействие реализуется при пропускании электрического тока большой плотности и низкого напряжения через зону контакта и инструмента. При этом происходит высокоскоростной нагрев локального микрообъема поверхности с одновременным ее пластическим деформированием упрочняющим инструментом и последующее интенсивное охлаждение за счет отвода тепла внутрь материала и охлаждения водой. В результате такого воздействия на поверхности материала образуется специфическая мартенситная структура.

Большим преимуществом электромеханической обработки (ЭМО) в сравнении с другими методами упрочнения является то, что отсутствует необходимость применения дополнительного воздействия - термообработки, шлифования. Также к преимуществам ЭМО относится низкое энергопотребление и экологическая чистота.

Методика проведения исследований

Исследования выполнены на цилиндрических образцах, подготовленных на токарном винторезном станке 1В62Г. Объектом исследования стала сталь 65Г. Результаты спектрального анализа приведены в таблице 1 (данные лаборатории кафедры материаловедения МГТУ им. Н.Э. Баумана).

Таблица 1. Результаты спектрального анализа образца стали 65Г

Содержание химических элементов, масс. %												
C	Mn	Si	Ni	Cu	Cr	Al	V	Mo	Nb	Ti	S	P
0,64	1,60	0,35	0,099	0,155	0,086	0,032	0,084	0,021	0,01	0,005	0,0049	0,002

ЭМПЗ реализуется за счет термомеханического воздействия при пропускании электрического тока большой плотности и низкого напряжения через зону контакта заготовки и инструмента. При ЭМПЗ происходит высокоскоростной нагрев локального объема поверхности заготовки до температуры устойчивой структуры аустенита с одновременным ее пластическим деформированием упрочняющим инструментом и последующее интенсивное охлаждение за счет отвода тепла внутрь материала заготовки [3, 6]. В результате такого воздействия на

поверхности материала образуется специфическая мартенситная структура [1, 2, 7], а также образуются закаленные треки и зоны отпуска при сближении зон упрочняющей обработки.

Точение наружной цилиндрической поверхности образца выполнено на токарно-винторезном станке модели 1В62Г. На этом станке, не меняя базирования образцов произведена ЭМПЗ. Для ЭМПЗ использовали установку электромеханической обработки модели «Эталон» (6), телескопическую державку (7), токопроводящие шины (3), инструментальный (8) и токоподводящий ролики (2) (рис. 1).

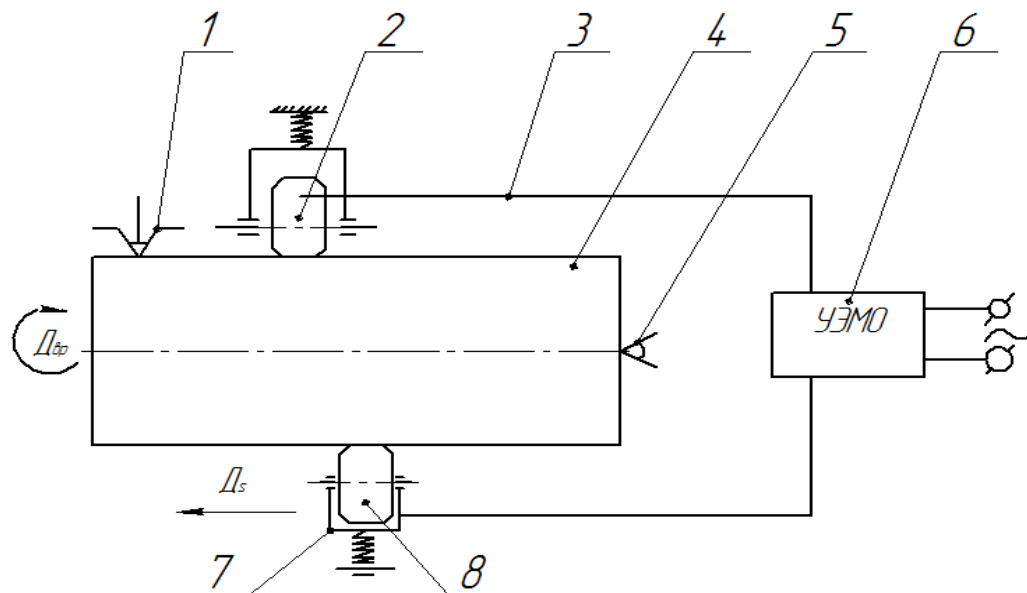


Рис. 1. Принципиальная схема электромеханической обработки цилиндрической заготовки на токарно-винторезном станке: 1 – патрон токарно-винторезного станка; 2 – токоподводящий ролик; 3 – токопроводящая шина; 4 – заготовка; 5 – вращающийся центр; 6 – установка ЭМО; 7 – державка; 8 – инструментальный ролик

При проведении экспериментов подбирали режимы обработки, и оптимальным для данной марки стали принят режим с подачей 2 мм/об и силой тока 800 А. Электромеханическую поверхностную закалку проводили при следующих режимах: подача инструментального ролика 2 мм/об; сила электрического тока во вторичной цепи 800 А; напряжение во вторичной цепи 3 В; усилие прижатия инструментального ролика 500 Н; частота вращения заготовки 10 мин⁻¹.

Измерения твердости обработанных участков заготовки поверхности проводили на специально подготовленных шлифах микротвердомером DuraScan фирмы EMCOTEST. Замеры микротвердости производили на глубину 0,05 мм (рис. 2) и вдоль поверхности (рис. 3).

В закаленном слое образца глубиной до 0,7 мм сформировалась градиентная структура с высокодисперсным мартенситом на поверхности (рис. 4, б), обеспечивающая более чем трехкратное повышение твердости по сравнению с исходной структурой стали 65Г (рис. 4, а). В поверхностном слое стали 65Г просматривается переходная зона на глубине 0,7...0,8 мм, где структура закалки перемешана с перлитной и ферритной составляющими стали. ЭМПЗ с наложением участков закалки приводит к появлению зон пониженной твердости (рис. 3 и 4, в). Такая закономерность характерна для большинства способов закалки материалов концентрированными потоками энергии, например, при лазерной закалке поверхностного слоя стальных заготовок.

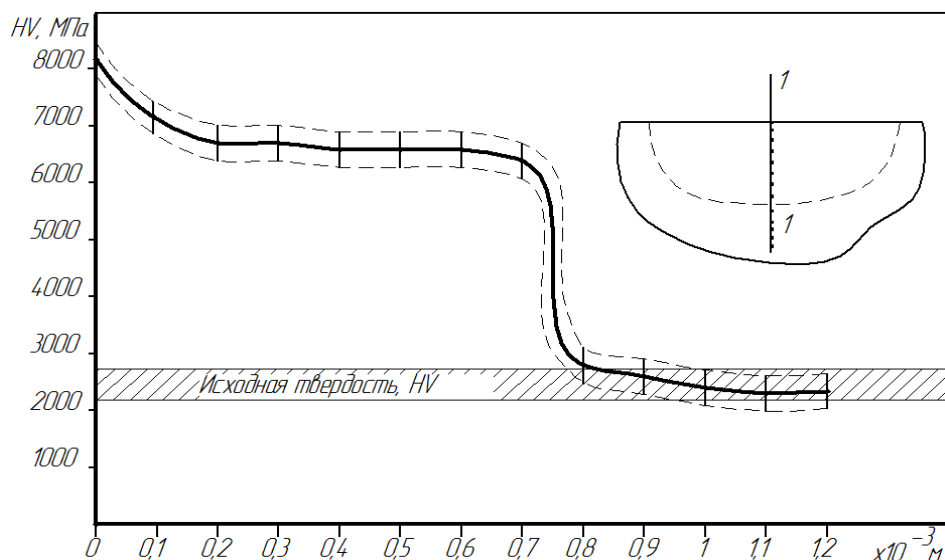


Рис. 2. Зависимость микротвердости от глубины поверхностного слоя стали 65Г после электромеханической поверхностной закалки

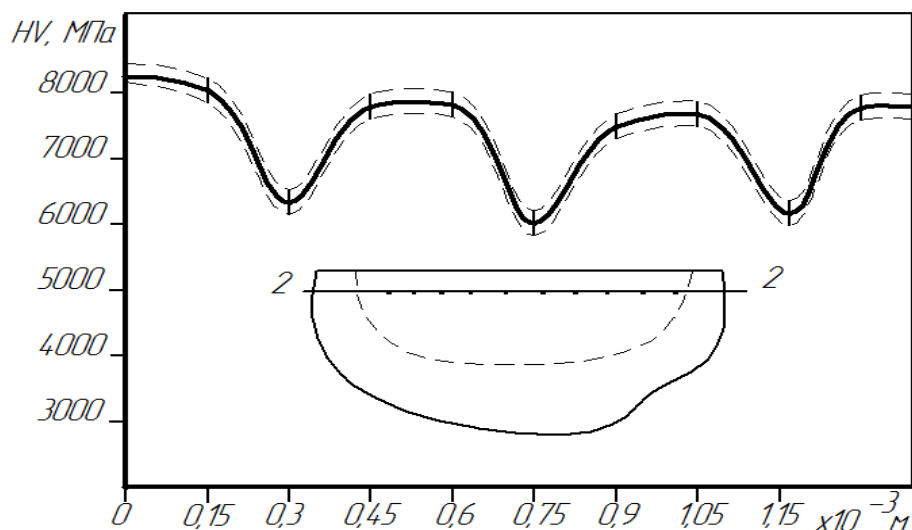


Рис. 3. Распределение микротвердости поверхности стали 65Г после электромеханической поверхностной закалки

Выводы

В ходе эксперимента было установлено следующее.

1. При ЭМПЗ стали 65Г были получены упрочненные зоны с высокой микротвердостью, однородностью и дисперсностью структуры.
2. Повышенные значения микротвердости наблюдались на глубине до 1,2 мм.
3. Установлено, что для стали 65Г исходная микротвердость составила 24...26 HRC, микротвердость после ЭМПЗ достигла 64...60 HRC.
4. Распределение микротвердости вдоль поверхности зависит от расположения упрочненных зон. В случае их наложения наблюдаются зоны закалки и зоны самоотпуска. Диапазон изменения микротвердости составил от 120 до 140 %.
5. Отсутствуют зоны окисления и обезуглероживания поверхностного слоя.
6. Установлено положительное влияние одновременного с нагревом и последующим быстрым охлаждением пластического деформирования поверхностных слоев стали 65Г.

Полученные данные позволяют заключить, что электромеханическая поверхностная закалка является эффективным способом упрочнения поверхностей.

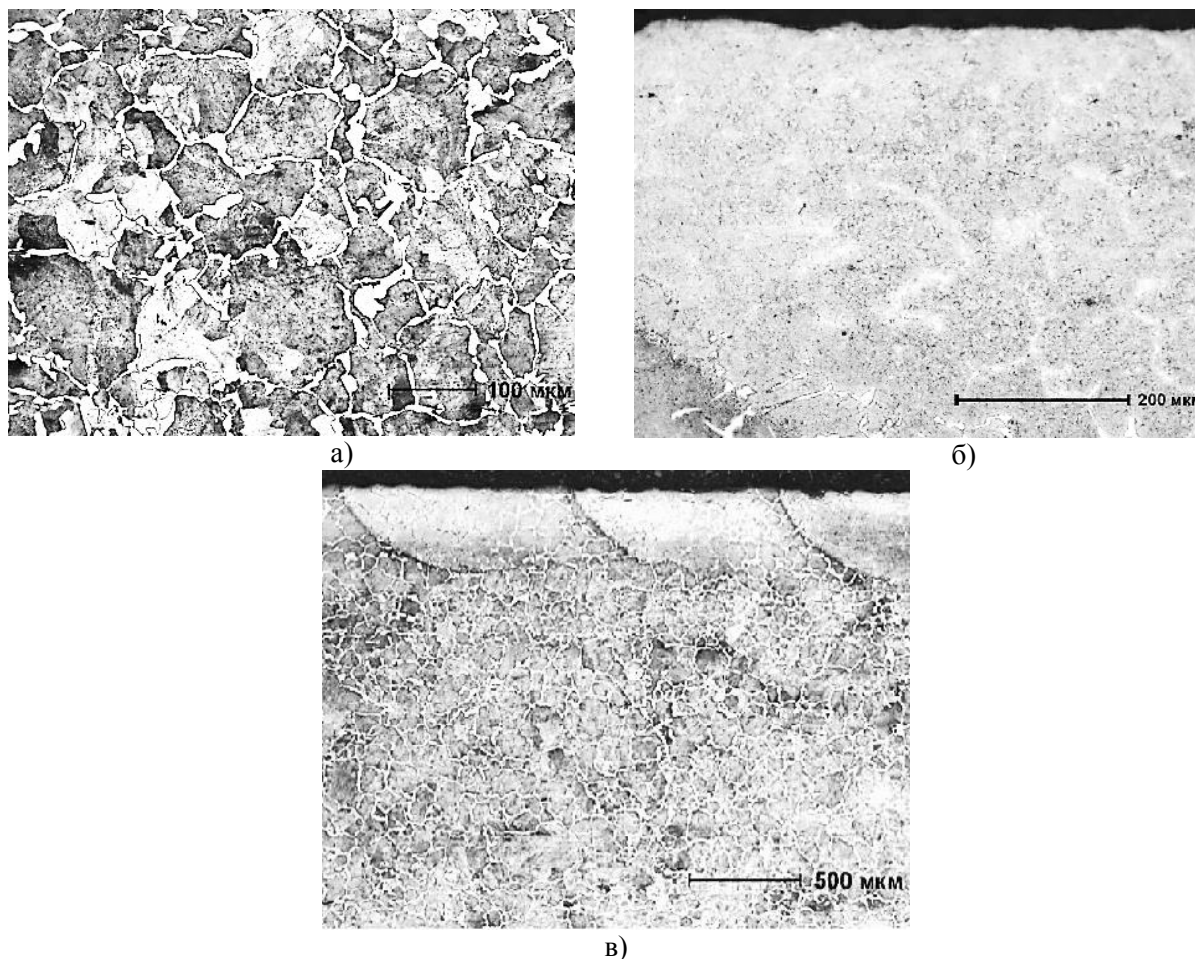


Рис. 4. Микроструктура стали 65Г в исходном состоянии (а) и после электромеханической поверхностной закалки (б, в)

Литература

1. *Аскинази Б.М.* Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой. – М.: Машиностроение, 1989. – 200 с.
2. *Федорова Л.В., Федоров С.К., Сараев В.Т., Клюев Ф.К.* Применение технологии электромеханической обработки в ремонтном производстве ОАО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод» // Научно-технический вестник НК Роснефть, 2010. - № 4, С. 44-47.
3. *Федоров С.К., Федорова Л.В.* Электромеханическая обработка. // РИТМ, 2012. – № 2 (70). – С. 14- 16.
4. *Материаловедение: Учебник для вузов/ Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др.; Под ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина.* – 5-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 648 с.: ил.
5. *Методы и средства упрочнения поверхностей деталей машин концентрированными потоками энергий / А.П. Семенов, И.Б. Ковш, И.М. Петрова и др.* – М.: Наука, 1992. – 404 с.
6. *J. S. Alekseeva, L.V. Fedorova, S.K. Fedorov, I.N. Kapustin.* Improving the quality of the surface layer of steel parts. Proceeding of 5-th International Mechanical Engineering Forum (IMEF). 2012. Prague, Czech Republic, с. 65 – 74.
7. *Федоров С.К., Федорова Л.В.* Закалка, отделочно-упрочняющая обработка и восстановление деталей электромеханическим способом. – М.: 2010. – 60 с.
8. *Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И.* Технологические процессы лазерной обработки. Под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.– 664 с.