

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМЕННОГО УПРОЧНЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ИЗ СТАЛИ 45

**А.И. ВЕРЕМЕЙЧИК, С.Р. ОНЫСЬКО, М.И. САЗОНОВ, В.М. ХВИСЕВИЧ,
М.В. ХЕУК, М.А. ЯРМАК, К.Т. АББАСОВ**
*Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь*

Проведено поверхностное плазменное упрочнение образцов из стали 45 с помощью созданной экспериментальной установки, состоящей из роботизированного комплекса Advercut K6090T с разработанным к нему узлом крепления плазмотрона. Для исследования свойств упрочненного поверхностного слоя применялись металлографический, фазовый, рентгеноструктурный анализы.

В отличие от традиционных способов термообработки воздействие концентрированной плазменной струи (дуги) включает одновременное тепловое, механическое и радиационное воздействие. При поверхностном плазменном упрочнении происходит быстрый нагрев поверхностного слоя до аустенитного состояния и интенсивное охлаждение с целью получения высокой твердости, износостойкости и прочности при поверхностного слоя в сочетании с вязкой сердцевиной самого тела. Такое упрочнение реализуется путем локального воздействия быстро перемещающегося высокоинтенсивного концентрированного источника тепла, генерируемого плазмотроном постоянного тока.

С помощью созданной экспериментальной установки проведено поверхностное плазменное упрочнение образцов. Плазменное упрочнение проводилось при токах дуги $I = 6\text{--}32$ А, напряжении дуги $U = 35\text{--}45$ В, расстоянии от сопла до обрабатываемой поверхности 1,4 мм и использовании в качестве плазмообразующего газа аргона. В плазмотроне использовалось обжимающее сопло с диаметром отверстия 1,2 мм. Скорость перемещения плазмотрона варьировалась от 4 до 25 мм/с.

Исследованы микротвердость поверхностного слоя в зависимости от расхода аргона, тока дуги, скорости перемещения плазмотрона. Определены зависимости микротвердости стали от скорости движения плазменной дуги по глубине поверхностного слоя. Установлено, что значение микротвердости поверхности более чем в 2 раза выше исходной (рисунок 1).

Воздействие плазменной струи на поверхность образца приводит к изменению микрогеометрии поверхности. При упрочнении в твердой фазе упрочнение металла происходит без оплавления и шероховатость поверхности остается такой же, как и при механической обработке в исходном состоянии. Эксперименты показали, что поверхностное упрочнение сталей высококонцентрированным источником нагрева можно осуществлять с оплавлением и без оплавления поверхности (рисунок 2).

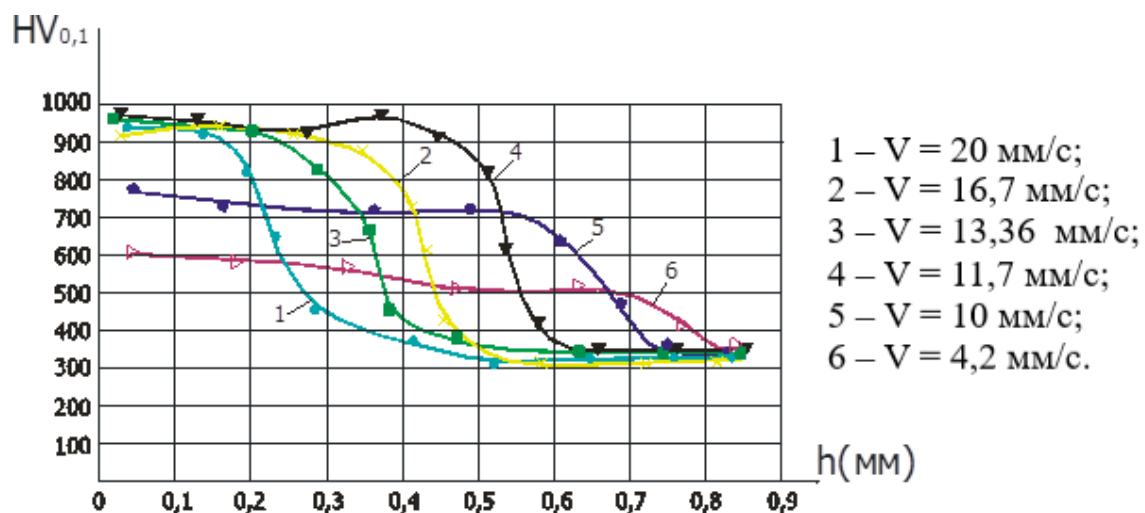


Рисунок 1. – Распределение микротвердости по глубине

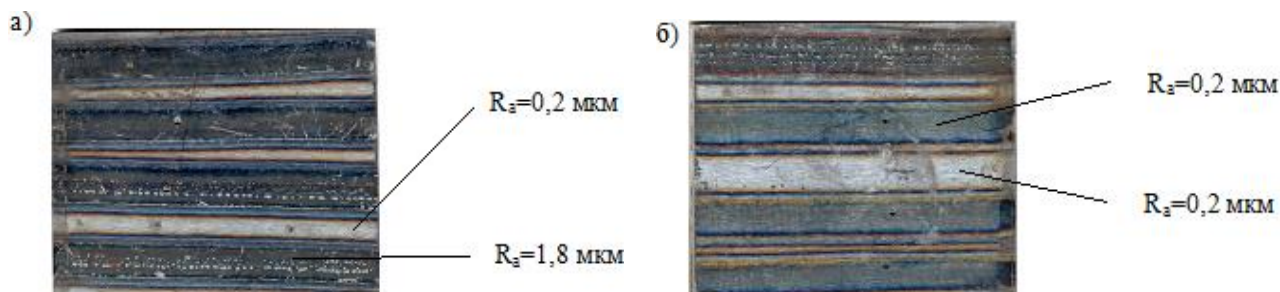


Рисунок 2. – Микрогеометрия поверхности образцов после термообработки:

а) с оплавлением поверхности б) без оплавления поверхности

На рисунке 3 показана типичная микроструктура поверхности упрочненной зоны образца в зависимости от режимов плазменной упрочнения.

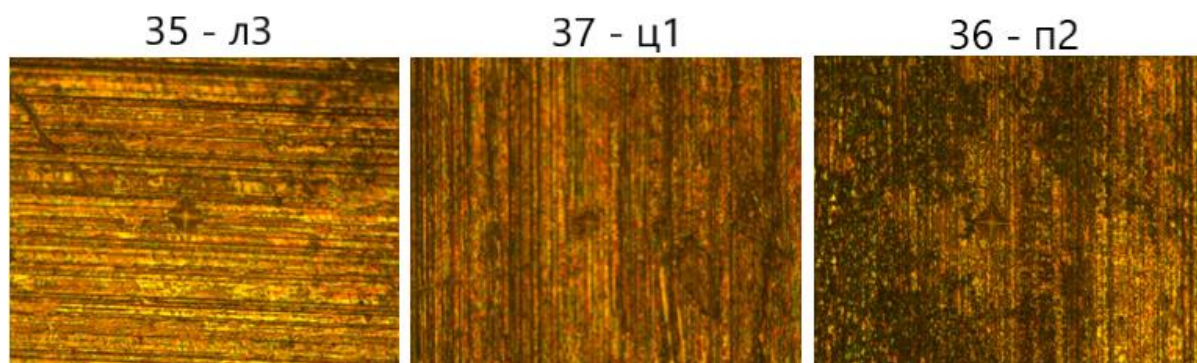
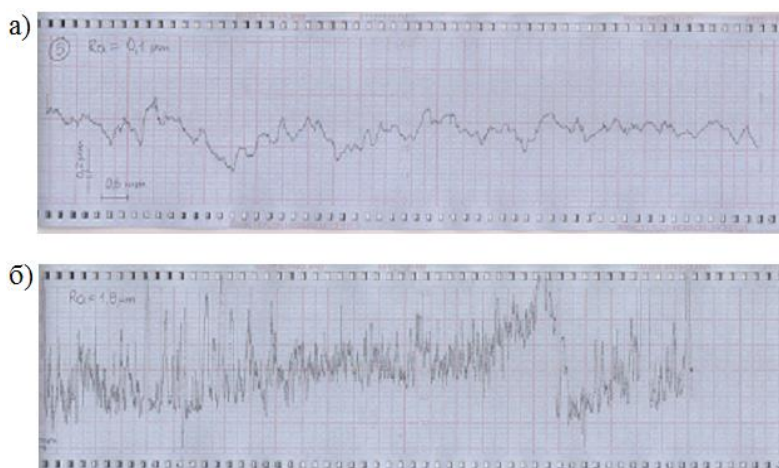


Рисунок 3. – Микроструктура поверхности упрочненной зоны

Анализируя профилограммы, можно заключить, что шероховатость поверхности порядка $R_a = 0,2$ мкм после механической обработки образцов сохраняется такой же и после обработки плазменной струей.



**Рисунок 4. – Профилограмма поверхности образцов после термообработки:
а) без оплавления поверхности; б) с оплавлением поверхности**

Плазменное упрочнение сталей без оплавления поверхности является наиболее распространенным, т.к. обеспечивает сохранение необходимых качеств поверхности изделия (шероховатость), которые получены механической обработкой. В этом случае процесс поверхностного плазменного упрочнения используется как финишная операция. Необходимые значения твердости, размеры зоны воздействия струи и другие параметры можно регулировать в широких пределах. В случаях, когда для детали необходимо получить особенные эксплуатационные свойства или к шероховатости рабочей поверхности не предъявляются высокие требования, используют плазменное упрочнение с оплавлением поверхности.

Большое влияние на изменение шероховатости поверхности оказывает ток дуги, скорость движения источника и объемы расхода газов. Эксперименты показали, что шероховатость поверхности в диапазоне 0,1–20 мкм можно получать, варьируя процентным отношением смеси защитных газов аргон–азот. Установлено, что при 30 % содержании азота и 70 % аргона в смеси термообработка происходит без оплавления поверхности, повышение же процентного содержания азота приводит к оплавлению поверхности (технологические параметры процесса: ток дуги $I = 26$ А, скорость перемещения источника $v = 11,7$ мм/с). Оплавление поверхности можно получить также, изменяя скорость движения источника при постоянстве других технологических параметров.

По результатам исследований установлены оптимальные режимы поверхностного плазменного упрочнения.