



ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСНАЯ ОБРАБОТКА ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ КРЕСТОВИН ИЗ СТАЛИ 110Г13МЛС

Н. А. ОНАЦКАЯ, Л. Ю. ДЕМИДЕНКО, инженеры
(Ин-т импульсных процессов и технологий НАН Украины, г. Николаев)

На примере образцов крестовины стрелочного перевода из аустенитной стали 110Г13МЛС показана возможность упрочнения струйной электрогидроимпульсной обработкой поверхности износостойких сталей. Определено, что повышение в 1,4 раза твердости поверхности стального образца обусловлено развитием в ней микропластической деформации типа скольжения и двойникования. В результате достигается повышение износостойкости поверхности стали.

Ключевые слова: электрогидроимпульсная обработка, аустенитная высокомарганцовистая сталь, износостойкость, поверхностное упрочнение, генератор высокоскоростных струй, микропластическая деформация, твердость

Известно, что во многих случаях работоспособность деталей оборудования определяется сопротивлением их рабочих поверхностей изнашиванию. Поскольку затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования, связанные с изнашиванием, в несколько раз превышают их первоначальную стоимость [1], повышение износостойкости элементов машин и аппаратов имеет большое значение для увеличения ресурса их работы. Как правило, при эксплуатации разрушение деталей машин, оборудования и элементов конструкций начинается с поверхности. Следовательно, для повышения их долговечности решающее значение приобретает упрочнение поверхностных слоев деталей. Соответственно проблема упрочнения металлических поверхностей весьма актуальна и важна для современного производства.

В инженерной практике применяют различные технологические способы упрочнения поверхности деталей, основу многих из них составляет пластическое или термопластическое деформирование относительно тонких поверхностных объемов изделий при сохранении неизменной сердцевины.

В работе [2] показано, что электрогидроимпульсная обработка (ЭГИО) высокоскоростной струей жидкости, направленной по нормали к обрабатываемой поверхности сварных образцов из алюминиево-магниевого сплава, позволяет не только снизить растягивающие напряжения в шве, но и сделать их сжимающими, равными по абсолютному значению исходным напряжениям. При этом имеет место повышение твердости металла по оси сварного шва на 23 %. Это дало основание предположить, что такая обработка может быть

использована для упрочнения поверхности металлических изделий, например, из износостойких сталей, работающих на истирание.

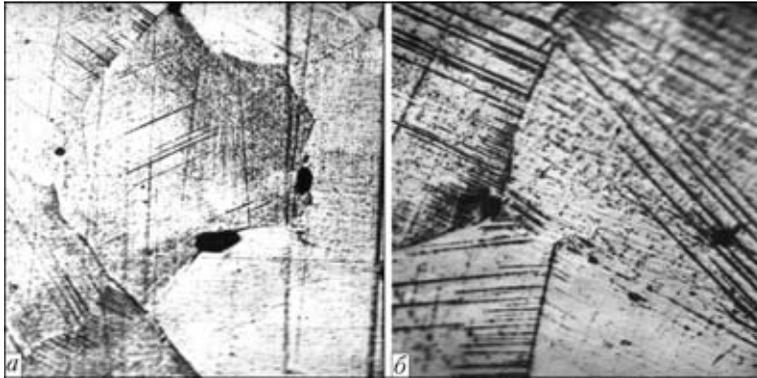
Целью настоящей работы являются исследование возможности использования высокоскоростных струй жидкости, генерируемых высоковольтным разрядом в камере малого объема, для упрочнения поверхности деталей из износостойких сталей. В этом случае энергия электрического разряда аккумулируется в жидкости, получающей ускорение с помощью генератора высокоскоростных струй. При этом она приобретает скорость, сравнимую со скоростью звука в жидкости или превышающую ее. Развиваемое при этом давление торможения струи достигает $1 \cdot 10^9$ Па, т. е. соизмеримо с динамическим пределом текучести большинства современных конструкционных материалов [3].

Для проверки такой возможности выбрана аустенитная марганцовистая сталь 110Г13МЛС, которая широко используется в различных отраслях промышленности, в частности, в горнорудном и обогащательном производстве, сельскохозяйственном и транспортном машиностроении [4]. Обычно поверхность изделий из стали 110Г13МЛС упрочняют путем воздействия на нее ударных или больших удельных статических давлений.

В качестве объекта исследования выбрали образцы крестовин стрелочного перевода размером $100 \times 50 \times 20$ мм из указанной стали. Ее механические свойства в исходном состоянии следующие: временное сопротивление $\sigma_B = 800$ МПа, предел текучести $\sigma_T = 400$ МПа и твердость HV_{2100} МПа.

Струйную ЭГИО* осуществляли по нормали к поверхности образцов при энергии разряда $W_0 = 20$ кДж. Генерировали струи жидкости в жест-

*Струйную ЭГИО, а также измерение скорости струи выполнил инженер Е. С. Юрченко.



Микроструктура (X500) стали 110Г13МЛС до обработки (а) и после обработки (б) высокоскоростной струей жидкости

кой камере вместимостью 250 см^3 с коническим насадком (угол при вершине конуса 60°) и выходным отверстием диаметром 8 мм. Воздушный зазор от выходного отверстия камеры до поверхности воды составлял $h = 40$ мм, при этом скорость струи, измеренная с помощью высокоскоростной съемки на установке ВФУ-1, достигала 1500 м/с.

По результатам измерений скорости истечения струи жидкости с помощью зависимости, приведенной в работе [2], определили максимальное давление струи на преграду в момент ее торможения. Расчет показал, что в этом случае оно составляло 2180 МПа. Таким образом, при струйной ЭГИО обеспечивается интенсивное воздействие жидкости на материал, при этом ухудшение качества обработанной поверхности не происходит. В результате воздействия струи жидкости зафиксирована осадка поверхности на глубину 0,7 мм.

Результаты измерений твердости обработанной поверхности изделий показали, что ее значение равно $HV 5200$ МПа, что соответствует $HV 4700$ МПа. Это более чем в 2 раза превышает значение ее твердости до обработки и в 1,4 раза — требуемое для повышения износостойкости [4]. Глубина упрочненного слоя металла обработанной поверхности составила 0,25 мм. Для увеличения глубины упрочненного поверхностного слоя, очевидно, необходимо изменение геометрических размеров струйного генератора либо повышение энергии разряда, поскольку они оказывают основное влияние на скорость истечения жидкости, а следовательно, на давление струи в

момент ее встречи с преградой. Поскольку повышение энергии не всегда целесообразно, требуемая глубина упрочненного поверхностного слоя может быть достигнута за счет увеличения количества импульсов.

Проведенные металлографические исследования показали, что структура поверхностного слоя стали, идентифицированная до обработки как аустенитная с небольшим количеством сфероидизированных карбидов, расположенных по границам аустенитных зерен (рисунок, а), после воздействия струей жидкости характеризуется появлением микропластической деформации типа скольжения и двойникования (рисунок, б). При этом деформация происходила преимущественно по одной системе скольжения, что является свидетельством наличия упрочнения. Измельчение аустенитных зерен при этом обнаружено не было.

Выводы

1. Показана возможность использования струй жидкости, генерируемых высоковольтным разрядом в камере малого объема для упрочнения металлической поверхности деталей из износостойких сталей.

2. Значение твердости поверхности деталей из высокомарганцевистой стали 110Г13МЛС после воздействия высокоскоростных струй в 1,4 раза превышает требуемое для повышения ее износостойкости.

3. Полученные результаты свидетельствуют о потенциальной возможности использования в промышленности указанного вида обработки для упрочнения поверхности деталей из марганцевистой стали 110Г13МЛС.

1. Проников А. С. Надежность машин. — М.: Машиностроение, 1978. — 592 с.
2. Мерин Б. В. Электрогидравлическая обработка машиностроительных изделий. — Л.: Машиностроение, 1985. — 119 с.
3. Струйная электрогидроимпульсная обработка сварных соединений / В. М. Кудинов, В. Г. Петушков, Е. С. Юрченко и др. // Автомат. сварка. — 1987. — № 8. — С. 73–74.
4. Давыдов Н. Г. Высокомарганцевая сталь. — М.: Металлургия, 1979. — 176 с.

The case of samples of point frogs from austenitic steel 110G13MLS was used to demonstrate the possibility of strengthening the surface of wear-resistant steels by jet electrohydraulic-pulsed treatment. It is determined that the surface hardness of steels after treatment is 1.4 times higher than the required level, which is due to development of microplastic deformation of sliding and twinning type in the metal with improvement of wear resistance.

Поступила в редакцию 08.09.2008