

ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОРИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ

Дидык Р.П., проф., д.т.н., Безрукавая В.А. ассистент
(*Национальный горный университет, г. Днепрпетровск, Украина*)

Новым перспективным направлением в решении поставленной задачи является создание упрочняющих покрытий с применением высокоимпульсных источников энергии, которые используются в качестве стимулирующих факторов для интенсификации процессов химико-термической обработки металлических сплавов. В этой связи, привлекательность использования ударных волн, разной интенсивности, генерируемых различными энергетическими источниками (детонация взрывчатых веществ, магнитные поля высокой напряженности, высоковольтный разряд в жидкости, взрывающиеся проволочки) в первую очередь связано с высокой эффективностью ударного действия на металлы в чрезвычайно короткие промежутки времени, и практически отсутствующей остаточной деформацией (1 – 3%) при значительном их упрочнении.

Под действием взрывных волн в металле возникает большое количество дефектов типа вакансий и дислокаций, механизм образования которых связан со скоростью деформации, величиной давления и температурой. Сдвиговые напряжения возникающие на фронте ударной волны, являются мощным катализатором диффузионных и фазовых превращений [1].

Таким образом, ударная волна оказывает модифицирующее действие на материал, который в дальнейшем будет подвергнут химико-термической обработке.

В настоящей работе впервые исследована роль предварительной ударно-волновой обработки на параметры диффузионных слоев при насыщении металлической поверхности углеродистой стали 45 [2].

В качестве модельного материала была выбрана, конструкционная углеродистая сталь 45, в нормализованном состоянии, пластина из которой размерами 45x20x150 мм подвергалась контактному взрыву зарядом аммонита 6ЖВ с начальными параметрами: $\rho \sim 1 \text{ г/см}^3$, $D \sim 4000 \text{ м/с}$, где ρ – начальная плотность заряда ВВ, D – скорость детонации. Высота заряда была выбрана равной 25 мм. Борирование проводилось в борсодержащих порошках ($\text{B}_4\text{C} + 2\text{--}4\% \text{ NH}_4\text{Cl}$) при температуре $t=950^\circ\text{C}$ на протяжении $\tau=5$ часов.

Поверхностные слои металла исследовали с помощью металлографического, микродюрOMETрического и рентгеноструктурного методов анализа. Исследования показали, что в результате ударно-волнового нагружения происходит резкое измельчение зерна (до 30 мкм) на поверхности металла, а так же к возникновению ликваций углерода, следовательно это приводит к перераспределению перлитных и ферритных структурных составляющих. Данные по измерению микротвердости показали, что образцы, предварительно подвергнутые высокоэнергетической обработке, имеют более высокие значения микротвердости (рис. 1).

Как видно из дифрактограммы (рис. 2) на углах $2\theta = 90^\circ \dots 100^\circ$ наблюдается некоторое уширение линий. Для определения величины остаточных напряжений, возникающих в результате воздействия высокоскоростной обработки, необходимо проводить дополнительные исследования.

Таким образом, предварительное ударно-волновое нагружение является эффективным стимулирующим фактором интенсификации диффузионных процессов химико-термической обработки и существенно улучшает эксплуатационные характеристики металлических изделий при практически отсутствующей остаточной деформации.

Зависимость микротвердости стали 45 от вида обработки

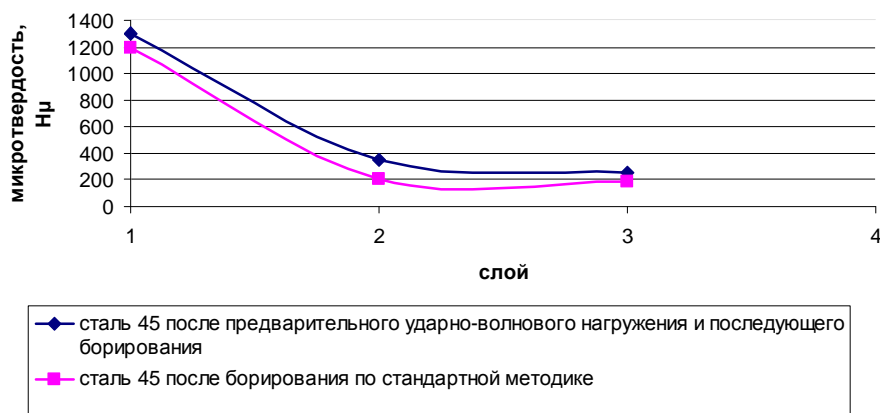


Рисунок 1 – Изменение значения микротвердости стали 45 в зависимости от вида обработки

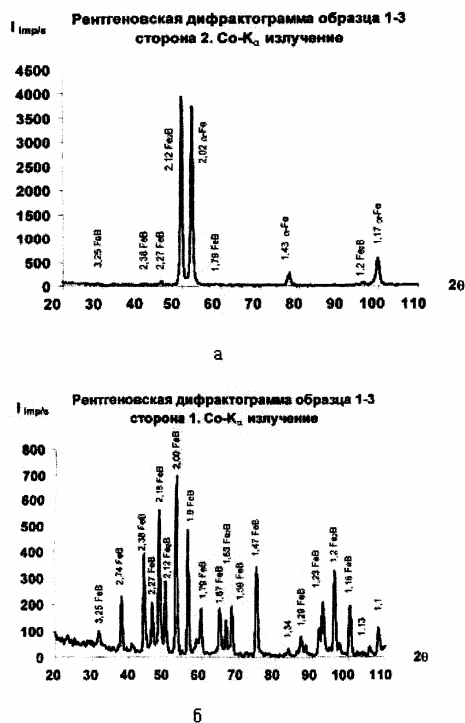


Рисунок 2 – Рентгенограмма борированной стали 45: а – образец в исходном состоянии, $\times 125$; б – образец предварительно обработанный ударно-волновым нагружением, $\times 125$.

Следует отметить, что стимулирование процессов ХТО ударными волнами может найти применение в тех случаях, когда при необходимой толщине диффузионных слоев рабочей поверхности форма и материал деталей исключает использование холодной деформации.

Литература

1. Ударный волны и явления высокоскоростной деформации металлов М.: Металлургия. – 1984, с. 351-357.
2. Влияние предварительной ударно-волновой обработки на параметры низколегирующей стали / Р.П. Дидык, В.А. Безрукавая, Л.В. Грязнова, А.Г. Лисняк // Металлофизика и новейшие технологии. К., т. 30, №9 – 2008, с. 1289 – 1295.