

ПОВЫШЕНИЕ СКЛОННОСТИ НАПЛАВЛЕННОЙ СТАЛИ 110Г13Л К ДЕФОРМАЦИОННОМУ УПРОЧНЕНИЮ

К. А. ВАЛИЦ, С. Ю. ПАСЕНЧИК, кандидаты техн. наук (Донец. нац. техн. ун-т)

Установлено, что электрошлаковая наплавка высокомарганцевой стали 110Г13Л, помимо восстановления геометрии деталей и их служебных свойств, позволяет существенно повысить склонность стали к деформационному упрочнению. Последнее повышает износостойкость металла и эксплуатационную долговечность деталей.

Ключевые слова: электрошлаковая наплавка, сталь 110Г13Л, зубья экскаваторов, ударно-динамическое воздействие, деформация, упрочнение, износ, микротвердость, линии скольжения, дислокации, износостойкость

После электрошлаковой наплавки (ЭШН) изношенных зубьев ковшей карьерных экскаваторов ЭКГ-8И и ЭКГ-12,5 неоднократно наблюдали повышение работоспособности восстановленных зубьев по сравнению с серийными литыми [1–3]. В качестве расходного электрода при ЭШН использовали часть запредельно изношенного зуба (т. е. наплавленный и основной металлы представляли собой высокомарганцевую сталь 110Г13Л), что крайне важно для работы зубьев в условиях тяжелых скальных забоев высокой твердости при повышенных ударно-динамических нагрузках. Как известно, указанная сталь отличается высокой ударной вязкостью и склонностью к деформационному упрочнению (соотношение микротвердости до и после деформации).

Выполнены сравнительные исследования характеристик деформационного упрочнения стали 110Г13Л в исходном литом состоянии и наплавленного металла после ЭШН с использованием стандартного АНФ-6 и разработанного флюса [4]. Все образцы подвергали термической обработке, принятой для стали 110Г13Л.

Склонность стали к деформационному упрочнению изучали при динамическом сжатии по методике, описанной в работе [5]. Испытуемый образец представлял собой трехгранную призму высотой 5 мм, которую получали при резке квадрата по его диагонали. Динамическую нагрузку прикладывали к ребру призмы. Значения энергии удара выбрали в диапазоне 25...75 Дж, поскольку при энергии удара 25 Дж упрочнение стали 110Г13Л становится заметным, а при 75 Дж уже после первого удара достигается максимальное упрочнение.

Образцы для исследований вырезали из рабочих поверхностей изношенных серийных и восстановленных зубьев ковшей экскаваторов. Металлографические исследования изношенных поверхностей зубьев выполняли с помощью микроскопа МИМ-8М и твердомера ПМТ-3, магнитные исследования — с помощью альфа-фазометра.

Результаты исследований приведены на рис. 1, из которого видно, что степень упрочнения стали 110Г13Л возрастает от 2,30 в исходном литом сос-

тоянии до 2,70 и 3,09 с применением ЭШН соответственно флюсом АНФ-6 и разработанным.

Максимальную степень упрочнения литая сталь 110Г13Л приобретает при энергии удара 50 Дж и трехкратном ударе, а наплавленная сталь — после ЭШН (независимо от применяемого флюса) при энергии удара 50 Дж и пятикратном ударе.

Изучение микроструктуры поверхностного упрочненного слоя изношенных серийных литых и восстановленных с помощью ЭШН зубьев показало, что степень упрочнения наплавленного металла выше, чем литого. На рис. 2 видны линии скольжения, свидетельствующие об упрочнении стали в процессе работы зубьев ковша в забое. Увеличение количества линий скольжения и уменьшение расстояния между ними после ЭШН с применением разработанного флюса подтверждает более высокую склонность стали к упрочнению по сравнению с литой сталью и наплавленной ЭШН с применением флюса АНФ-6.

С помощью металлографических и магнитометрических исследований изношенных поверхностей зубьев магнитные фазы в упрочненном слое выявлены не были. Следовательно, согласно данным работ [6, 7], высокая степень упрочнения наплавленной стали 110Г13Л связана с образованием дефектов кристаллического строения (дис-

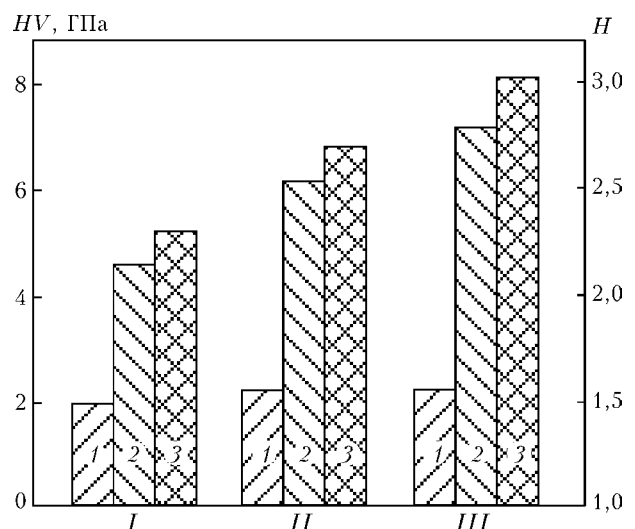


Рис. 1. Изменение микротвердости HV до (1) и после (2) деформации и степени упрочнения H (3) стали 110Г13Л: I — литая сталь; II, III — сталь после ЭШН с применением соответственно флюса АНФ-6 и разработанного

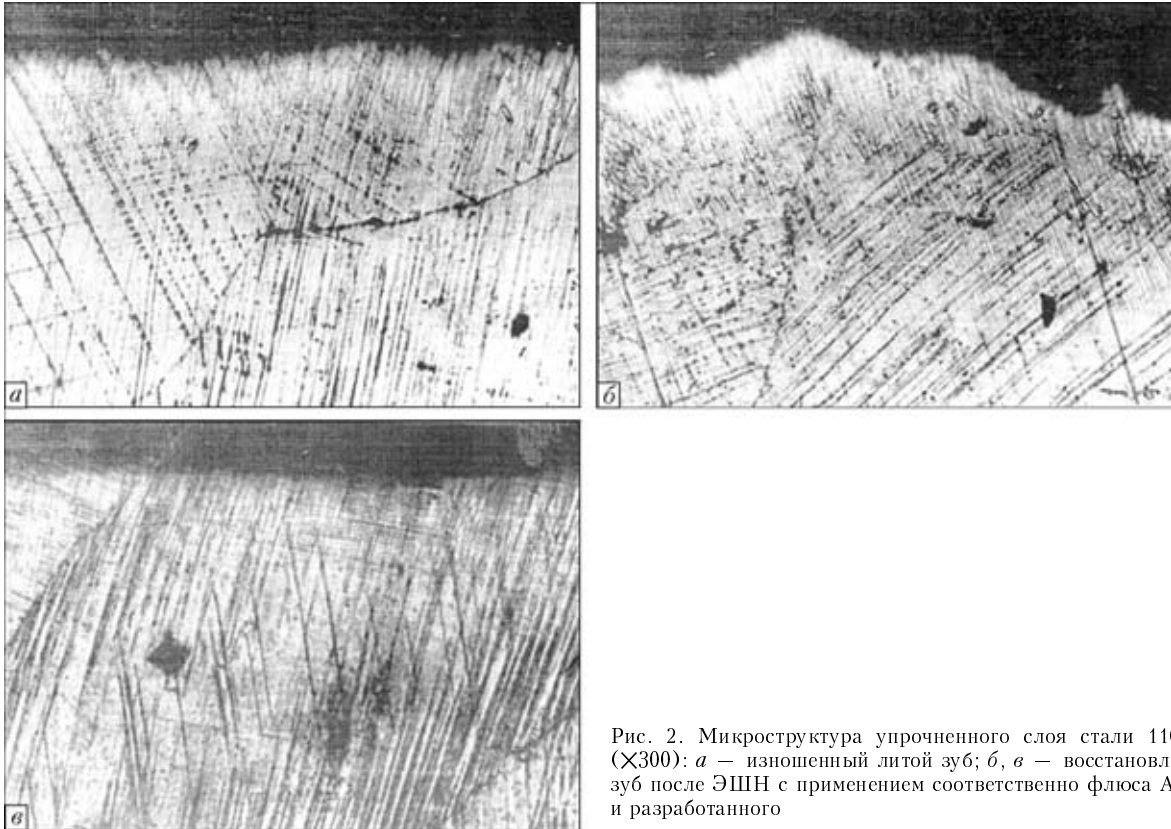


Рис. 2. Микроструктура упрочненного слоя стали 110Г13Л (X300): а — изношенный литой зуб; б, в — восстановленный зуб после ЭШН с применением соответственно флюса АНФ-6 и разработанного

локаций, дефектов упаковки, двойников деформации), а также со значительным измельчением блоков мозаичной структуры. Кроме того, существенное снижение загрязненности стали карбидами и неметаллическими включениями при ЭШН способствует более интенсивной и глубокой деформации металла.

Результаты исследования деформационного упрочнения натуральных зубьев достаточно хорошо коррелируют с данными лабораторных исследований, изложенными выше.

В связи с тем, что степень изнашивания стали 110Г13Л обратно пропорциональна ее твердости от наклепа при ударно-динамическом воздействии, можно считать, что степень деформационного упрочнения является непосредственной характеристикой износостойкости, что и объясняет замеченное повышение работоспособности восстановленных с помощью ЭШН деталей горного оборудования, работающих в условиях интенсивных ударно-динамических нагрузок.

1. *Восстановление* зубьев ковшей экскаваторов ЭКГ-8И электрошлаковой наплавкой // К. А. Валиц, В. П. Стойко, А. Я. Шварцер и др. // Горн. журн. — 1981. — № 1. — С. 16–17.
2. *Валиц К. А., Стойко В. П.* Повышение долговечности зубьев ковшей карьерных экскаваторов // Новые конструкционные стали и сплавы и методы их обработки для повышения надежности и долговечности изделий: Тез. докл. конф., г. Запорожье, 26–28 нояб. 1986. — Запорожье: Коммунар, 1986. — С. 280.
3. *Валиц К. А., Шварцер А. Я., Корицкий Г. Г.* Восстановление деталей из высокомарганцевой стали 110Г13Л электрошлаковой наплавкой // Автомат. сварка. — 1988. — № 5. — С. 64–65.
4. *Валиц К. А., Шварцер А. Я., Стойко В. П.* Флюс для электрошлаковой наплавки высокомарганцевистой стали // Пробл. спец. электрометаллургии. — 1985. — № 4. — С. 26–28.
5. *Пономаренко В. П., Шварцер А. Я., Стойко В. П.* Высокомарганцевистая сталь для электрошлаковой наплавки // Металловедение и терм. обработка металлов. — 1982. — № 10. — С. 57–60.
6. *Богачев И. Н., Егорова В. Ф.* Структура и свойства железомарганцевых сплавов. — М.: Металлургия, 1973. — 296 с.
7. *Григоркин В. И., Коротушенко Г. В.* Свойства аустенитной высокомарганцевистой стали, легированной карбидообразующими элементами // Металловедение и терм. обработка металлов. — 1966. — № 10. — С. 27–29.

Electroslag surfacing of high-manganese steel 110G13L is shown to provide a substantial increase in susceptibility of the steel to strain hardening, in addition to restoration of geometry and recovery of performance of parts, which leads to increase in wear resistance of metal and extension of service life of parts.

Поступила в редакцию 11.03.2004