

УДК 621.77.01

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Чан Юэ

*Магистр 2 года,  
кафедра «Материаловедение»  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.И. Плохих,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение» МГТУ им. Н.Э. Баумана*

Применение многослойных металлических материалов в ряде случаев позволяет значительно повысить ресурс деталей и конструкций, работающих в условиях высоких нагрузок при экономии дорогостоящих легирующих элементов. Наряду с известным применением би-, три- и других многослойных материалов, перспективным может оказаться использование заготовок состоящих из сотен слоев разнородных металлов и сплавов.

В качестве основных объектов исследования были использованы образцы многослойного материала, которые состояли из 100 чередующихся между собой слоёв сталей У8 и 08кп толщиной 0,5 мм, по 50 каждой марки. По экспериментальному технологическому маршруту [1], при разных температурах прокатки (800 °С, 900 °С, 1000 °С), были получены заготовки листового сортамента толщиной 10 и шириной 100 мм, из которых были изготовлены образцы для проведения структурных исследований.

Для создания условий диффузии углерода, полученные образцы были подвергнуты нагревам при температуре 1000 °С с выдержкой от 0,5 до 3 часов и последующему исследованию структуры с помощью световой оптической микроскопии. Вторая группа аналогичных образцов была подвергнута термоциклированию в количестве 5 и 10 циклов нагрева до температуры 1000 °С с последующим охлаждением на воздухе.

В результате проведенных исследований было установлено, что характер изменения внутреннего строения слоев в образцах полученных прокаткой при температуре 800 °С, которое выявляется, как изменение объемной доли и линейных поперечных размеров темных (перлитных) участков в слоях, говорит о протекании межслойной выравнивающей диффузии углерода, происходящей из слоев стали с высоким содержанием углерода (У8) в слои (08кп) с пониженным его содержанием. При этом, величина перлитных участков соизмерима с толщиной слоя, который составляет около 100 мкм. Перлитные участки в слоях бывшей стали У8 разделены между собой широкими светлыми полосами, предположительно состоящего из структурно свободного феррита. На ламинарных границах раздела по всей длине также выявляется светлая обезуглероженная полоса.

В отличие от слоев бывшей стали У8, структура слоев малоуглеродистой стали (У8) имеет мелкокристаллическое строение с размерами зерен не более 10 - 12 мкм, которые являются следствием активно протекающей перекристаллизации [2].

Исследование влияние циклов нагрева и охлаждения показало, что характер изменения структуры остается неоднозначным. Так после 5 циклов нагрева до 1000 °С и охлаждения до 20 °С, можно наблюдать образование чрезвычайно крупных перлитных участков с равномерным окрасом, без видимых внутренних границ раздела по всей толщине слоя, размером 100x200 мкм. При увеличении числа циклов до 10, картина меняется в сторону размытия четкой ламинарной границы с тенденцией на поглощение крупнокристаллической структуры структурой мелкокристаллической.

В результате проведенных исследований было установлено, что образцы подвергнутые

нагревам при температуре 1000 °С с выдержкой от 0,5 до 3 часов, имели микротвердость в слоях сталей У8 и 08кп большую, чем образцы в исходном состоянии. Исследование влияния циклических нагревов до температуры 1000 °С показало аналогичные результаты (рис. 1, 2). В тоже время, в слоях стали У8 наблюдается образование чрезвычайно крупных перлитных участков, имеющих более высокую твердость, чем твердость в слоях, ранее бывших сталью 08кп (рис. 3).

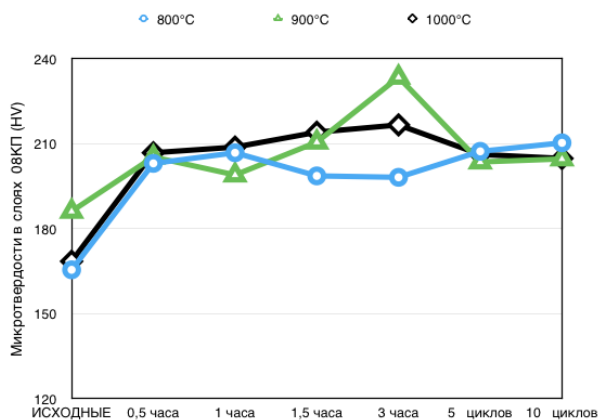


Рис.1 Микротвердость слоев стали 08кп

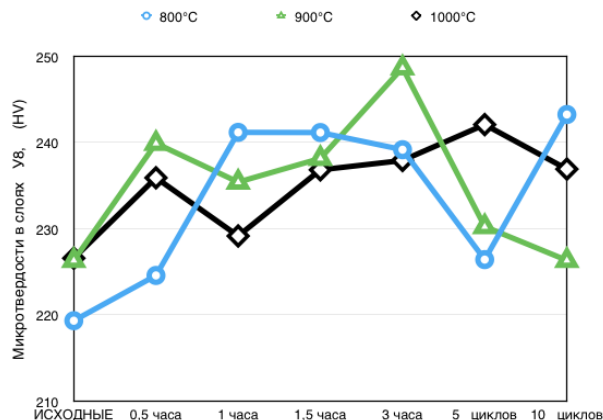
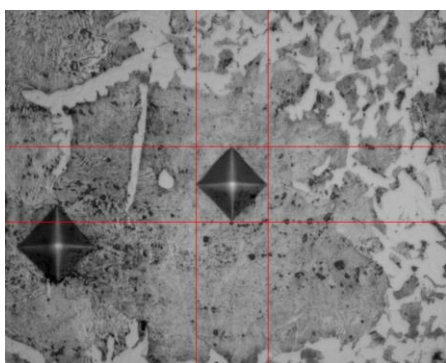
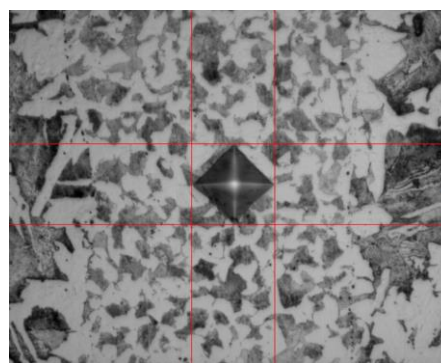


Рис.2 Микротвердость слоев стали У8



а



б

Рис.3 Микротвердость перлитного участка слоя: а - стали У8 (264HV); б - стали 08кп (215HV) (T<sub>пр</sub>=1000 °С, 10 циклов)

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать заключение о наличии нескольких стадий, сопровождающих нарушение межслойной границы многослойного материала У8+08кп в процессе термической и термоциклической обработки.

## Литература

1. Колесников А.Г., Плохих А.И., Комиссарчук Ю.С., Михальцевич И.Ю. Исследование особенностей формирования субмикро- и наноразмерной структуры в многослойных материалах методом горячей прокатки // *Металловедение и термическая обработка металлов.* - 2010. - № 6.- С. 44-49.
2. Чан Юэ. Исследование влияния диффузионной подвижности углерода на стабильность структуры многослойных металлических материалов на основе сталей. // *Труды Всероссийской научно-технической конференции «Студенческая весна 2014: Машиностроительные технологии».* – М.: МГТУ им. Н.Э Баумана.