

Изменения структуры и свойств сварного инструмента на основе марганцовистой стали

Ушеренко С.М., Чигринов В.Е, Бычек А.Б.
Белорусский национальный технический университет

Возникают научно - технические задачи, постановка и решение которых будет определять характер и темпы развития техники и страны. Для разработки вариантов решения таких научно-технических задач потребуются использование новых физико-химических явлений, необычные эффекты или их необычные сочетания .

Сталь Гадфильда сохраняет аустенитную структуру в условиях статического и динамического нагружения. Присутствие в аустените большого количества углерода примерно в 3-5 раз снижает плотность фиксируемых в стали Гадфильда каналов сверхглубокого проникания частиц по сравнению с таковой в безуглеродистом аустените, например - в сплаве марки Г30.

Металлографическим, рентгеновским и электронно-микроскопическими методами исследованы структурные превращения, происходящие в аустенитной стали 110Г13 (Гадфильда) под действием ускоренных до скоростей ~ 1 км/с ударников - SiC (средний размер 60 мкм).

По мере продвижения микрочастиц в объеме образца характер взаимодействия стали с частицами меняется от упруго-пластического до упругого. Это, по-видимому, обусловлено уменьшением по мере проникновения частиц среднего размера. Износ частиц происходит в результате их взаимодействия со стенками каналов и, соответственно, с сокращением характерного времени взаимодействия стали с частицей менее чем 10⁻⁸-10⁻⁷сек. Образование каналов в стали при режиме, так называемого сверхглубокого проникания, связано с возникновением и развитием хрупких микротрещин по плоскостям $\{111\}\gamma$.

Легирование стали частицами SiC не привело к существенному изменению ее абразивной износостойкости, что объясняется малым количеством введенных карбидных частиц, а также отрицательным влиянием на износостойкость стали, образующихся в ней при данной обработке несплошностей (т.е. незахлопнутых каналов проникания), снижающих прочность стали. Использование эффекта сверхпроникания частиц позволило вводить в металлические материалы на большую глубину (десятки и сотни миллиметров) частицы различного типа (металлы, окислы, карбиды и др.) с исходными размерами 10-100 мкм [1].

Это открывает широкие возможности для эффективного изменения физических, механических, технологических и др. свойств для самых разнообразных металлических материалов. Природа эффекта сверхглубокого проникания частиц и связанные с ней механизмы взаимодействия ускоренных частиц с материалом преграды весьма сложная. Высокоскоростной поток частиц, кроме легирующего действия, вызывает в материале преграды широкий спектр структурных изменений. В объеме металлической заготовки

формируются системы прерывистых (частично захлопнутых) каналов,

В области каналов возникают зоны интенсивной локальной пластической деформации, образуются высокие концентрации дефектов (дислокаций, вакансий, двойников). В межканальных объемах металла, реализуются в данных объемах фазовые превращения, формируются в материале металлической заготовки сложные по структуре поля частично релаксированные упругие напряжения и ряд других структурных превращений [2].

Данная работа посвящена исследованию структурных превращений, происходящих в аустенитной стали Гадфильда под воздействием высокоскоростной струи порошковых частиц из карбида кремния, а также связанных с данными превращениями изменениями твердости и, соответственно износостойкости в рассматриваемой стальной сборке.

Конструкция инструмента формировалась за счет крепления режущей головки из стали 110Г13л сварным швом к корпусу из стали 10.

Изменение твердости сварной конструкции: 110Г13л – сталь 10

Образец № 1. Сталь 110Г13л + сталь 10. После обработки в режиме СГП частицами (SiC+ Cu).

Край - 110Г13л. Средняя твердость: 438 HV.

Зона сварки (электросварка): 110Г13л+ сталь 10. Середина: среднее значение HV 328

Край со стороны держателя (сталь 10).

Сварка + СГП (двукратная обработка). Твердость зоны сварки увеличилась на 10,1%.
Среднее значение HV 260,7

Скачок упрочнения (твердости) произойдет в 1,55 раза – 55%.

Образец №2. Край : HV Средняя твердость 282,5 HV

Сталь 110Г13л + сталь 10 не было СГП

Зона сварки (электросварка): 110Г13л – сталь 10. Середина: HV - усреднение 298,0

За счет электросварки подъем твердости на 5,5%

Край со стороны держателя (сталь 10)

Усреднение HV 281,1

Без СГП в 110Г13л (исходная твердость) 282,5 HV

Вывод: выполнение комплексной обработки сталь: 110Г13л – сварной шов- сталь 10 за счет динамической прошивки стального инструмента сгустками порошковых частиц позволяет эффективно регулировать процесс сварки и упрочнения инструмента.