

ВЛИЯНИЕ УДАРНО-ВОЛНОВЫХ НАГРУЗОК НА УРОВЕНЬ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БИМЕТАЛЛА, ПРОИЗВЕДЕННОГО СВАРКОЙ ВЗРЫВОМ

Д.В. Ноняк*, О.Л. Первухина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова Российской академии наук,

*nonyak@bk.ru

Биметаллы, полученные сваркой взрывом, представляют собой прочно соединенные слои, сочетающие различные физико-механические свойства исходных материалов. Из таких материалов, как правило, изготавливаются крупногабаритные изделия, работающие в агрессивных средах. Зона соединения биметалла представляет собой границу раздела, в которой материалы взаимодействуют между собой в процессе нагружения взрывом, термической обработки, дальнейших технологических переделов. В этой зоне возникает сложное напряженно-деформированное состояние, в первую очередь при значительной разнице в коэффициенте линейного расширения составляющих слоев. Это может приводить к отслоению, появлению трещин в основном и плакирующем слое, изменению размеров при деформации листов, например при изготовлении обечаек. В процессе эксплуатации изделий из биметаллов, при их нагреве до рабочих температур и охлаждении, напряженно деформированное состояние также меняется. Это может приводить к структурным изменениям за счет диффузионных процессов и как следствие к изменению свойств и долговечности изделия.

В литературных данных по исследованию напряженно-деформированного состояния биметалла было выявлено наличие высокого уровня остаточных напряжений близких к пределу текучести непосредственно в зоне соединения [1]. Стоит отметить, что измерения остаточных напряжений проводились на отдельных образцах пар металлов с использованием разрушающих методов, что позволяет определить уровень напряжений лишь в определенном месте биметалла. В тоже время при сварке взрывом крупногабаритных листов в его концевой части выявлена область различной интенсивной пластической деформации слоев [2]. Это свидетельствует о том, что уровень напряжений в биметалле различен.

В связи с изложенным, целью работы является исследование влияния ударно-волновых нагрузок на уровень напряженно-деформированного состояния по всей площади биметалла, а не в отдельных его участках.

Исследование проведено неразрушающим методом магнитной памяти металла (МПМ). Данный метод основан на регистрации собственных магнитных полей рассеяния, возникающих в зонах концентрации остаточных напряжений под действием нагрузок в магнитном поле Земли [3]. В методе используется естественная намагниченность и последствие, которое проявляется в виде магнитной памяти металла к фактическим деформациям и структурным изменениям в металле.

Объектами исследования являлись исходные материалы и полученный сваркой взрывом биметалл Ст3сп+09Г2С габаритами 15(10+5)×200×580 мм. Сканирование объектов осуществлялось с помощью измерительной системы регистрации и обработки данных диагностики напряженно-деформированного состояния ИКН-4М-16 со сканирующим устройством Тип 1. Обработка полученных магнитограмм осуществлялась в программном обеспечении MMMS 3.0.

Исследования производились по следующей методике. Перед взрывными работами производилась 100% сканирование исходных материалов МПМ с дельнейшим получением магнитограмм. На рисунках 1 и 2 приведены графики распределения значения градиента поля (dH/dx) для одного из направлений сканирования исходных материалов.

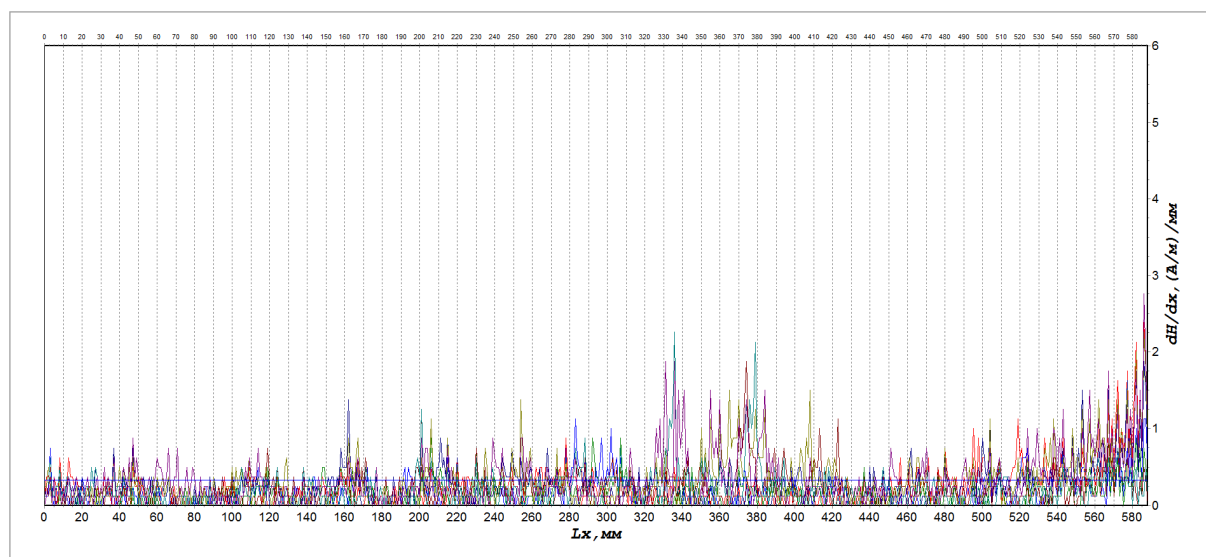


Рисунок 1. Результат контроля основного слой 09Г2С.

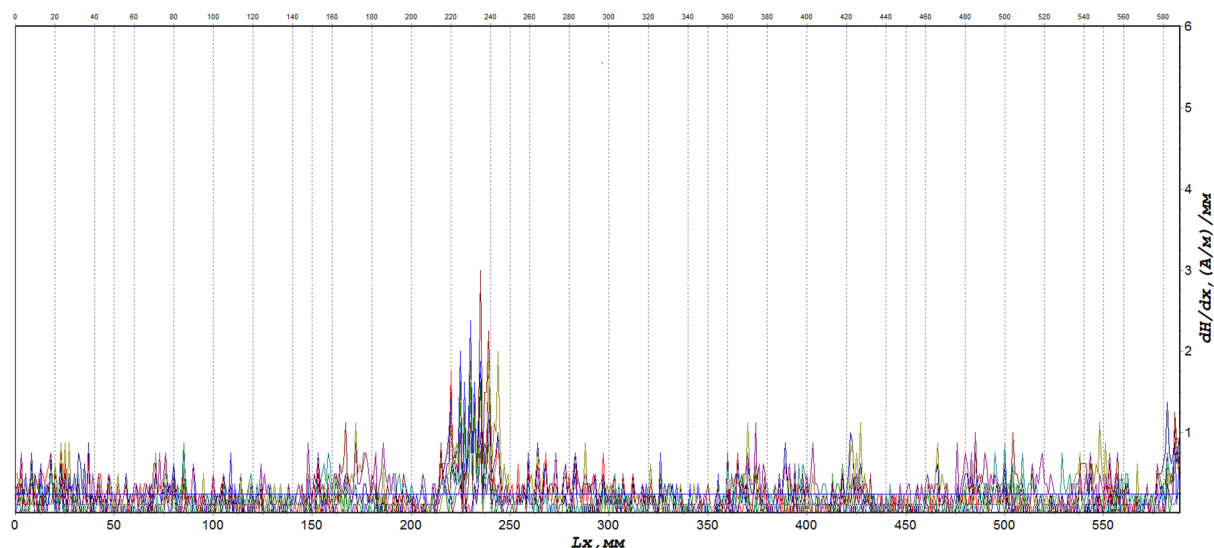


Рисунок 2. Результат контроля плакирующего слоя СтЗсп.

Из представленных графиков зависимости видно, что в исходных материалах наблюдаются зоны с резким изменением значений градиента поля (dH/dx). Эти зоны соответствуют ЗКН в исходных материалах, которые расположены на расстоянии 340–380 мм от начала сканирования в основном металле и 330 мм в плакирующем слое.

После ударно-волновых нагрузок исходных материалов производилась уже стопроцентное сканирование полученного биметалла сваркой взрывом со стороны основного слоя. На рисунке 3 приведен график распределения значения градиента поля (dH/dx) по длине для одного из направлений сканирования биметалла.

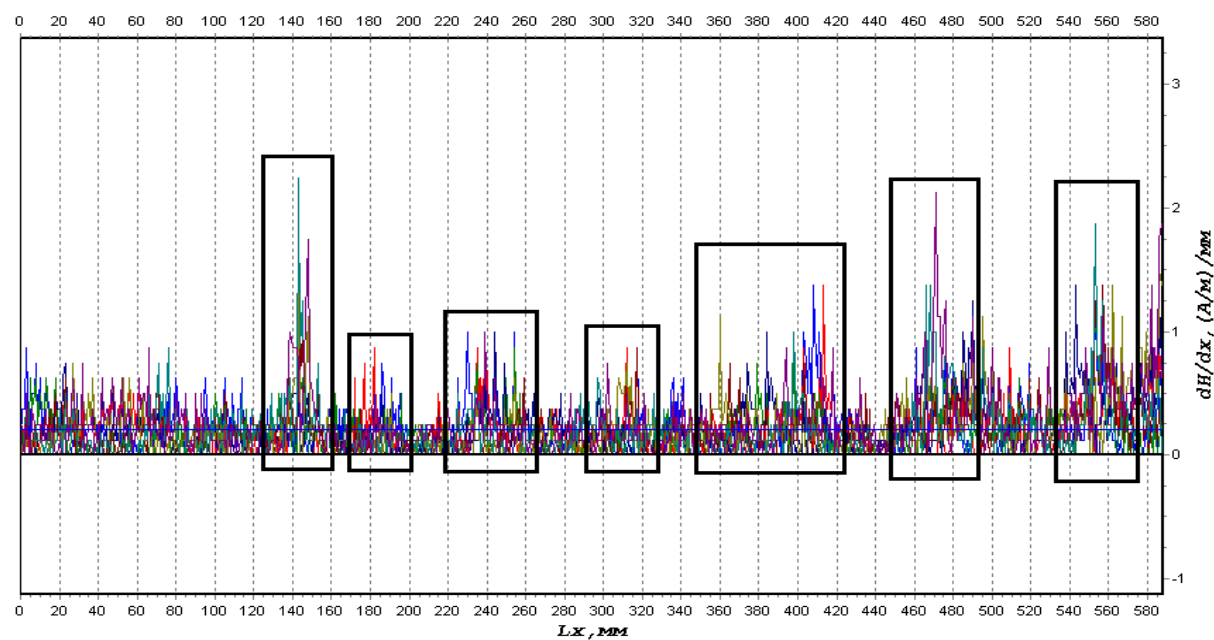


Рисунок 3. Результат контроля биметалла.

По результатам сканирования МПМ биметалла видно, что после ударно-волновых нагрузок участков с резким изменением градиента поля (dH/dx) становится больше. Это свидетельствует о том, что количество зон концентрации напряжений от которых могут возникнуть дефекты, возрастает.

Увеличение зон с резким изменением градиента поля (dH/dx) по длине предположительно связано с тем, что после сварки взрывом в биметалле имеют место высокие растягивающие напряжения в основном металле, а в плакирующем слое возникают неоднородные по сечению сжимающие напряжения [4]. Из этого можно сделать вывод о том, что при образовании соединения происходит неравномерная пластическая деформация слоев, а это в свою очередь является причиной увеличения зон концентрации напряжений в биметалле.

Литература

- [1] Л.Б. Первухин, В.А. Мальцев, Ю.А. Конон, Б.Д. Цемахович, А.Д. Чудновский, *Металловедение и термическая обработка металлов*, 11, (1975) 28–32.
- [2] И.В. Денисов и др., *Изв. ВолгГТУ. Сварка взрывом и свойства сварных соединений*, 41, (2008), 39–45.
- [3] А.А. Дубов, *Металловедение и термическая обработка металлов*, 9, (1997)
- [4] Ю.А. Конон, Л.Б. Первухин, А.Д. Чудновский. *Сварка взрывом*, Москва, Машиностроение, 1987, 216 с.