

С. Ю. СОТРИХИН, доцент, ст. науч. сотр., ИПМаш НАН Украины, Харьков;

В. Г. ЯРЕЩЕНКО, доцент, науч. сотр., ИПМаш НАН Украины, Харьков

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА НА ЕГО ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Авторы благодарят Мацевитого Владимира Михайловича за идею проведения таких исследований.

У статті розглянутий вплив зміни структури поверхневого шару металевієї пластини на виникаючі деформації при ударному навантаженні.

Ключові слова: поверхневий шар, деформація, ударне навантаження.

В статье рассмотрено влияние изменения структуры поверхностного слоя металлической пластины на возникающие деформации при ударном нагружении.

Ключевые слова: поверхностный слой, деформация, ударнонагружение

The effect of structural changes in the surface layer of a metal plate on its deformation arising under shock loading is considered in the paper.

Keywords: surface layer, deformation, shock loading.

Введение. Представляет большой практический интерес определения остаточного ресурса элементов конструкций, выполненных из различных сталей. Важным фактором, влияющим на прочность элемента конструкции, является состояние его поверхности. Состояние поверхности можно исследовать при помощи различных известных способов. Однако представляет интерес использовать с этой целью метод широкополосного динамического тензометрирования, как одного из наиболее высокоточных и информативных методов.

Методика испытаний. В качестве объекта испытаний использовалась пластина из стали 14X17H2 с размерами 127 x 206 мм и толщиной 6,7 мм. В центре одной стороны произведен наклеп диаметром 20 мм. Было проведено сравнение микротвердости нагружаемых участков пластины до и после наклепа. Микротвердость металла в состоянии поставки составляла 2250 МПа, в то время как микротвердость после наклепа составила 3150 МПа. Микротвердость определялась прибором ПМТ-3.

На рис. 1 приведена схема наклейки тензорезисторов и закрепления пла-

стины. На обеих сторонах пластины (1) на расстоянии 20 мм от центра наклеены тензодатчики (3). Для проведения испытаний осуществлялось шарнирное опирание пластины. С этой целью по контуру пластины с нижней и верхней сторон, при помощи клея, закреплялись алюминиевые стержни (2). Затем вся конструкция зажимами притягивалась к массивной плите. Для нанесения удара в необходимую точку использовалась стеклянная трубка, расположенная вертикально, торец которой находится непосредственно над точкой приложения нагрузки. Нагружение проводилось металлическим шаром из стали ШХ15 массой 4,056 гр. и диаметром 10 мм. Высота сброса шара составляла 1,5 м.

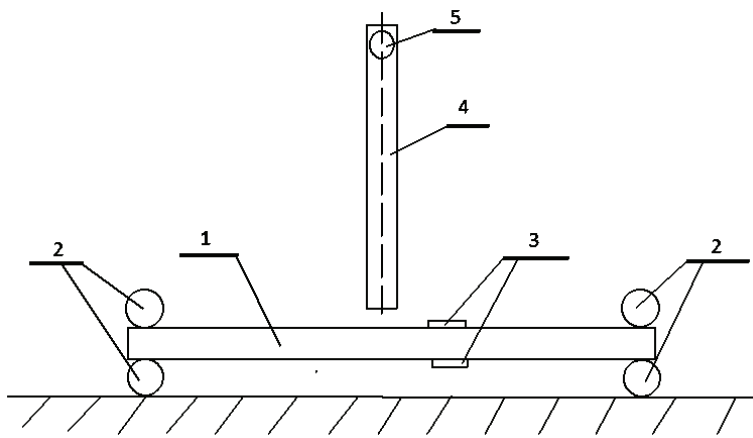


Рисунок 1 – Схема наклейки тензорезисторов и закрепления пластины

Наиболее удобным методом измерения деформаций является метод динамического широкополосного тензометрирования. Преимущество использования метода элетротензометрии состоит в следующем: малая база и масса самих датчиков обеспечивают достоверную регистрацию деформации при больших ускорениях, кроме того эти же параметры датчиков позволяют наклеивать датчики в любых, даже самых труднодоступных местах. (1) Для проведения измерений использовались фольговые тензорезисторы типа КФ5П1-1-100-Б-12 сопротивлением 100 Ом.

На рис. 2 представлена блок-схема измерений, которая позволяет регистрировать текущие значения деформаций во времени и измерять временные интервалы с заданной точностью.

Сигналы с тензорезисторов (2), наклеенных на пластину (1), поступают на тензоусилитель (3), а затем через АЦП Е20-10 (4) на ноутбук (5), где и происходит хранение и обработка результатов испытаний. Тензометрический усилитель работает на принципе амплитудной модуляции с несущей частотой 1000 кГц.

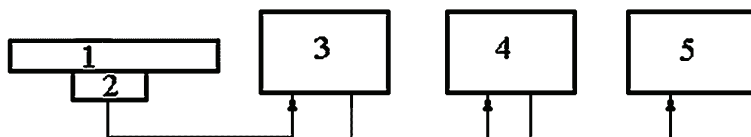


Рисунок 2 – Блок-схема экспериментальной установки

Измерение деформаций выполняется по мостовой схеме. Четверть моста находится в измерительной части, четверть – в калибровочной, а оставшаяся половина – в тензоусилителе. Для минимизации тока в измерительной диагонали производится подстройка моста по активной и реактивной составляющим сопротивления.

Характеристики тензометрического усилителя:

- число измерительных каналов 8;
- несущая частота, кГц 1000;
- полоса рабочих частот, кГц 0,04-200;
- минимальная регистрируемая деформация, $30 \cdot 10^{-6}$;
- сопротивление используемых тензодатчиков, Ом 50-200.

Непосредственно перед проведением эксперимента на градуировочном устройстве проводилась градуировка каналов усиления. Градуировочное устройство – это приспособление, работа которого основана на принципе чистого изгиба балки, на которую наклеены тензодатчики выносного плеча мостовой схемы (рабочие тензодатчики, наклеенные на испытываемом объекте составляют второе выносное плечо измерительной схемы). Задавая величину прогиба, которая пересчитывается в деформацию и, сопоставляя ее с электрическим напряжением на выходе АЦП, строим градуировочные зависимости $\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}(U)$, где $\dot{\epsilon}$ – относительная деформация, U – напряжение на выходе АЦП.

Измерение волн деформации на поверхностях пластины производилось при ударе шаром поочередно как с наклепанной, так и с не наклепанной стороны и регистрировались с обеих сторон (непосредственно возле точки удара и с противоположной стороны пластины). На рис. 3 приведены характерные осциллограммы с датчиков, находящихся непосредственно возле места удара. Сплошная линия соответствует случаю удара по наклепанной стороне пластины, штриховая линия – удар с не наклепанной стороны.

Сравнение отношений максимальных деформаций, зарегистрированных при ударе по наклепанной и не наклепанной сторонам пластины составило 0,74.

Одновременно было проведено сравнение микротвердости нагружаемых участков пластины до и после наклепа. Микротвердость металла в состоянии поставки составляла 2250 МПа, в то время как микротвердость после наклепа составила 3150 МПа. Микротвердость определялась прибором ПМТ-3. Отношение микротвердостей наклепанного и не наклепанного участка составило

0,71. Отсюда можно сделать вывод, что для стали 14X17H2 величина возникающих в пластине деформаций пропорциональна величине микротвердости, по которой производилось нагружение.

Также сравнивалась высота отскока шарика от ненаклепанной и наклепанной поверхностей. Она составила 18 и 36 см соответственно. Отношение количества энергии передаваемое ударником пластине при ударе по наклепанной стороне пластины и ненаклепанной стороне составляет 0, 86.

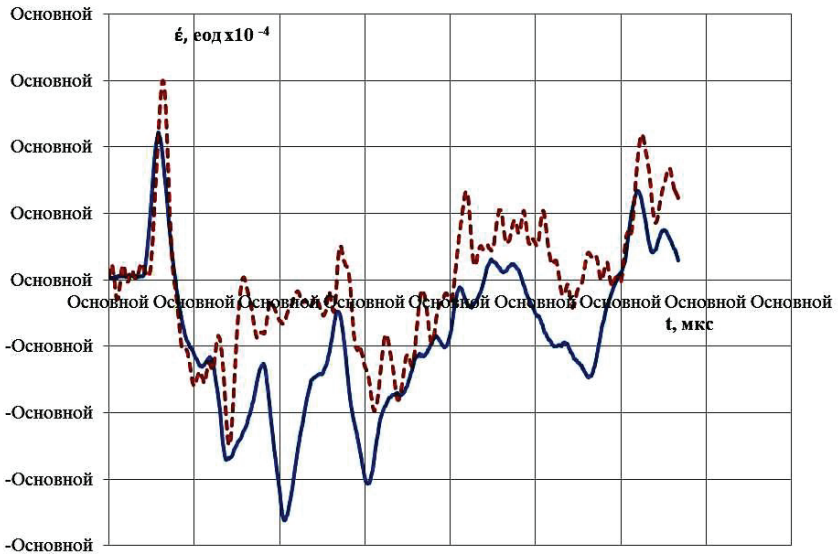


Рисунок 3 – Характерные оциллограммы с датчиков, находящихся непосредственно возле места удара

Выводы. В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что, по крайней мере, испытанная сталь 14X17H2, имеет ярко выраженную зависимость характера возникающих поверхностных волн деформации от структурного состояния поверхности. Дальнейшая развитие этого метода предполагает разработку методики, позволяющей путем контрольных тензометрических измерений определять состояние поверхностного слоя металлического изделия, а, соответственно и прочностные свойства всего изделия.

Список литературы: 1. Колодяжный А.В. Ударные и импульсные воздействия на конструкции и материалы : монография / А.В.Колодяжный, В.И.Северюков. – К.: Наукова думка, 1986. – 168 с.
Поступила до редколлегии 04.07.2012