

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ С УЧЕТОМ СМЕЩЕНИЯ ОБРАТНОЙ ВЫПУКЛОСТИ ШВА

*Н.Н. Закаблукова, А.В. Щербашина, В.А. Новиков*

Произведено экспериментальное исследование поля обратной выпуклости шва, смещенной относительно плоскости симметрии сварного соединения. Проанализировано влияние величины смещения и высоты выпуклости шва на характер топографии результирующего поля на поверхности соединения.

Ключевые слова: магнитографический контроль; топография поля; экспериментальные исследования.

Экспериментальные исследования проводили на образцах из стали Ст3, имевших форму пластин размерами 250x170 мм, сварной шов одной имитировал наружную выпуклость сварного шва, а второй обратную. Пластины плотно прикладывали друг к другу, общая толщина составляла  $S=6$  мм. Параметры сварных швов одинаковые и равны ширина  $b=17$  мм, высота  $c=3$  мм. Смещение обратной выпуклости относительно наружной составляло  $x_{cm}=b/6$ ,  $x_{cm}=b/3$  и  $x_{cm}=b/2$ .

Измерение тангенциальной составляющей напряженности поля на поверхности образца осуществляли с помощью проградуированного в однородном поле бесконечно длинного соленоида ленточного локального магнитоносителя (ЛЛМ). Ленточный локальный магнитоноситель представляет собой полосу магнитной ленты шириной 1,5-2 мм. Так как толщина магнитоактивного слоя ленты составляет 5-25 мкм, причем он нанесен на эластичную подложку, то ЛЛМ позволяет приблизиться непосредственно к поверхности детали и копировать ее форму. ЛЛМ содержит небольшое количество ферромагнитного материала и поэтому слабо искажает то поле, которое измеряется. Так как тангенциальная составляющая напряженности магнитного поля не изменяет своей величины и знака при переходе границы раздела сред, то можно считать в первом приближении, что уложенный на поверхность объекта ЛЛМ позволяет измерить напряженность поля в подповерхностном слое металла.

Распределение тангенциальной составляющей результирующего поля на наружном валике шва будет иметь следующий вид:

$$H_{\tau p_2} = H_{\tau O} + H_{\tau \square}^{(1)} + H_{\tau \square}^{(2)} + H_{\tau \square}, \quad (1)$$

где  $H_{\tau O}$  - тангенциальная составляющая внешнего поля на поверхности сварного соединения;

$H_{\tau \square}^{(1)}$  - тангенциальная составляющая поля наружного валика шва;

$H_{\tau \square}^{(2)}$  - тангенциальная составляющая поля обратного валика шва на поверхности сварного соединения, т.е. наружного валика;

$H_{\tau \square}$  - тангенциальная составляющая поля образца на поверхности сварного соединения.

Наблюдать изменения показаний будем относительно полученной кривой без смещения обратного валика шва относительно плоскости симметрии (рис. 1).

При смещении пластин на  $b/6$  относительно плоскости симметрии сварного соединения, получим следующую кривую (рис. 2). Для наглядности на графике показана кривая без смещения.

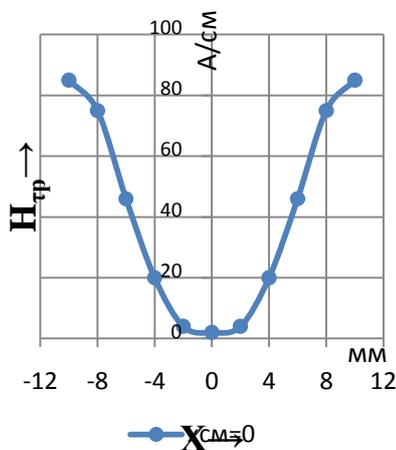


Рис. 1. Вид топографии тангенциальной составляющей результирующего поля при поперечном намагничивании сварного соединения без смещения обратного валика шва относительно плоскости симметрии наружного валика шва  $x_{cm}=0$  мм. Параметры сварных швов одинаковые и равны:  $b_1=b_2=17$  мм,  $c_1=c_2=3$  мм,  $S=6$  мм

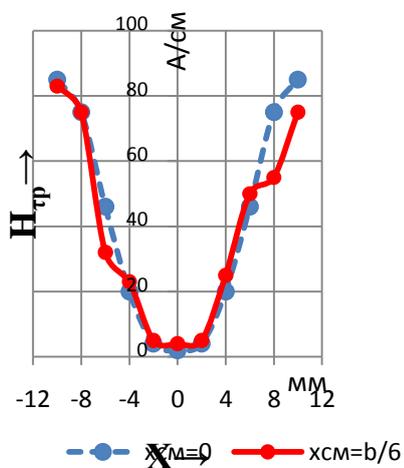


Рис. 2. Вид топографии тангенциальной составляющей результирующего поля при поперечном намагничивании сварного соединения со смещением обратного валика шва относительно плоскости симметрии наружного валика шва  $x_{cm}=b/6$ . Параметры сварных швов одинаковые и равны:  $b_1=b_2=17$  мм,  $c_1=c_2=3$  мм,  $S=6$  мм

На рис. 3 представлена топография тангенциальной составляющей результирующего поля при поперечном намагничивании сварного соединения при смещении обратного валика шва относительно плоскости симметрии сварного соединения на  $b/3$ .

На рис. 4 представлена топография тангенциальной составляющей результирующего поля при поперечном намагничивании сварного соединения при смещении обратного валика шва относительно плоскости симметрии сварного соединения на  $b/2$ .

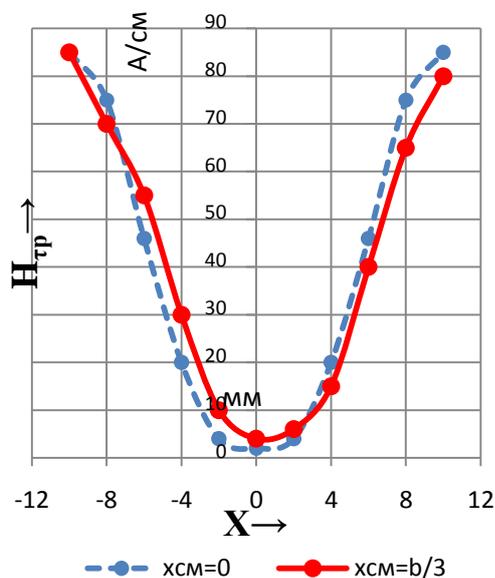


Рис. 3 – Вид топографии тангенциальной составляющей результирующего поля при поперечном намагничивании сварного соединения со смещением обратного валика шва относительно плоскости симметрии наружного валика шва  $x_{см}=b/3$ . Параметры сварных швов одинаковые и равны:  $b_1=b_2=17$  мм,  $c_1=c_2=3$  мм,  $S=6$  мм

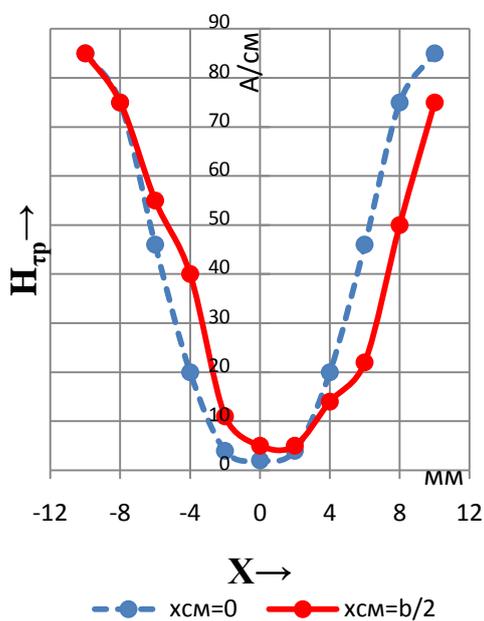


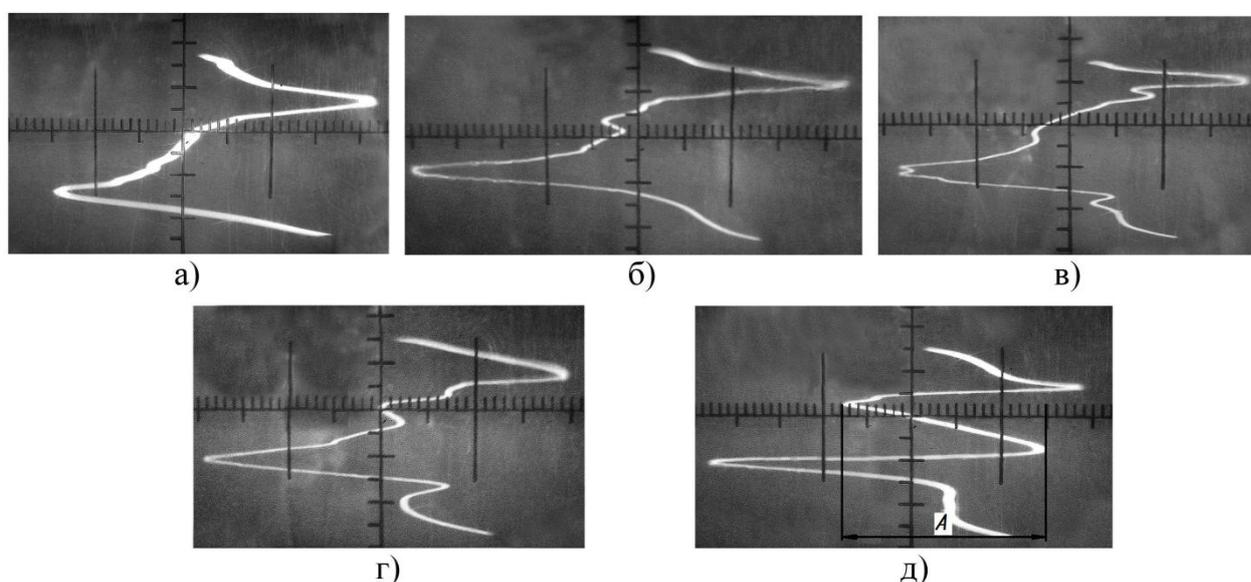
Рис. 4. Вид топографии тангенциальной составляющей результирующего поля при поперечном намагничивании сварного соединения со смещением обратного валика шва относительно плоскости симметрии наружного валика шва  $x_{см}=b/2$ . Параметры сварных швов одинаковые и равны:  $b_1=b_2=17$  мм,  $c_1=c_2=3$  мм,  $S=6$  мм

Анализ экспериментальных исследований показал, что при наличии смещения обратного валика относительно плоскости симметрии сварного соединения топография тангенциальной составляющей результирующего поля имеет два излома, соответствующие

краям обратного валика, что приводит к появлению на сигналограмме помех, аналогичных сигналам от дефектов. Появление помех обусловлено тем, что края обратного валика, располагаются в зонах шва, которые намагничены достаточно сильно, что вызывает неоднородность поля. Поле обратного валика направлено навстречу внешнему намагничивающему полю, однако его размагничивающее действие на поверхности наружного валика шва значительно меньше, чем наружного валика.

Были получены экспериментальные сигналограммы, полученные при контроле бездефектных сварных швов образцов (рис. 5, а-г). На них видны помехи соответствующие краям наружного и обратного валиков сварного шва.

Затем была получена сигналограмма сварного шва с дефектом недопустимой величины (30% от толщины). Как видно из рис. 5, д дефект проявляет себя ярко выраженным дипольным сигналом с большой амплитудой.



а)  $x_{cm}=0, h_d=0$ ; б)  $x_{cm}=b/6, h_d=0$ ; в)  $x_{cm}=b/3, h_d=0$ ; г)  $x_{cm}=b/2, h_d=0$ ; д)  $x_{cm}=0, h_d=30\%$

Рис. 5. Экспериментальные сигналограммы сварных швов ( $b_1=b_2=17$  мм,  $c_1=c_2=3$  мм,  $S=6$  мм)

**Закаблукова Наталья Николаевна**

Студентка электротехнического факультета  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: (029) 245-57-79  
E-mail: natalya\_zakablukova@mail.ru

**Щербашина Анна Викторовна**

Магистрантка электротехнического факультета  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: (029) -848-66-649

**Новиков Владимир Алексеевич**

Профессор кафедры «Физические методы контроля», д-р техн. наук.  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: (029) 245-26-19  
E-mail: novikovva@tut.by