

Определение сварочных напряжений методом моделирования их влияния на состояние магнитной анизотропии зоны термического влияния

*И.А. ПАВЛЮЧЕНКОВ, В.В. ПЕРЕМИТЬКО, Ю.И. РЕЙДЕРМАН,
Р.В. ВОЛОШИН*

Днепродзержинский государственный технический университет

Предложена методика определения сварочных напряжений путем анализа магнитной анизотропии зоны термического влияния.

Запропонована метода визначення зварювальних напруг шляхом магнітної анізотропії зони термічного впливу.

The work proves the possibility to model welding tensions by taking into account the effect of the heating temperature on the magnetic properties of metal.

Определение остаточных сварочных напряжений является важной проблемой при производстве сварных конструкций.

В основу одного из методов определения напряженного состояния положено явление изменения величины магнитной проницаемости напряженного материала.

В настоящее время разработано несколько схем приборов, основанных на использовании этого явления. Так в работе [1] предлагается прибор, позволяющий определить напряжения, если материал конструкции находится в напряженно деформированном состоянии подобном тому, при котором производилась тарировка прибора. При этом одним из условий подобия является равенство отношений величин деформаций в направлении плеч магнитного моста. Автором [1] и предлагается использовать прибор в случае только одноосного напряженного состояния. Аналогичный прибор предлагается и в работе [2]. Прибором [3] можно пользоваться и в случае двухосного напряженного состояния. С помощью прибора фиксируется сумма и разность изменения токов от нарушения магнитной изотропии в 2-х взаимно-перпендикулярных направлениях.

При всех достоинствах прибора схема его не лишена конструктивных недостатков, а методика измерения нуждается в доработке.

Одним из конструктивных недостатков является размещение контура генератора непосредственно в искателе. Но, как известно, точность измерения увеличивается с уменьшением искателя, т.к. при этом получается меньшее усреднение напряжений по площади. Уменьшение общих габаритных размеров искателя приводит к необходимости изготавливать катушку генератора малых размеров, относительно малой индуктивности, обладающую к тому же большим активным сопротивлением. Такой колебательный контур имеет низкую добротность, к.п.д. генератора по электрическому тракту мал, увеличивается постоянная составляющая тока транзисторов, а это в свою очередь сказывается на экономичности прибора и, что важнее, ведет к плохой стабильности. При работе на частоте, предлагаемой в работе [3], на показания прибора значительное влияние оказывают поверхностные концентраторы напряжений. Вопреки утверждению работы [3] велико влияние зазора между сердечником искателя и поверхностью образ-

ца на показания прибора при включении его на измерение «суммы деформаций».

Известно, что глубина проникновения переменного магнитного поля в металле увеличивается с уменьшением частоты, а получение колебаний с частотой в несколько сот герц, по схеме [3] трудно осуществимо, т.к. проведенные эксперименты показали, что явление магнитоупругого эффекта уменьшается с уменьшением частоты магнитного поля, т.е. чувствительность прибора при работе на низких частотах понижается. Повышение чувствительности прибора возможно двумя способами. Один из них – увеличение мощности генератора является в случае применения транзисторных схем нецелесообразным из-за понижения стабильности измерений. Другой – требует применения дополнительного каскада усиления.

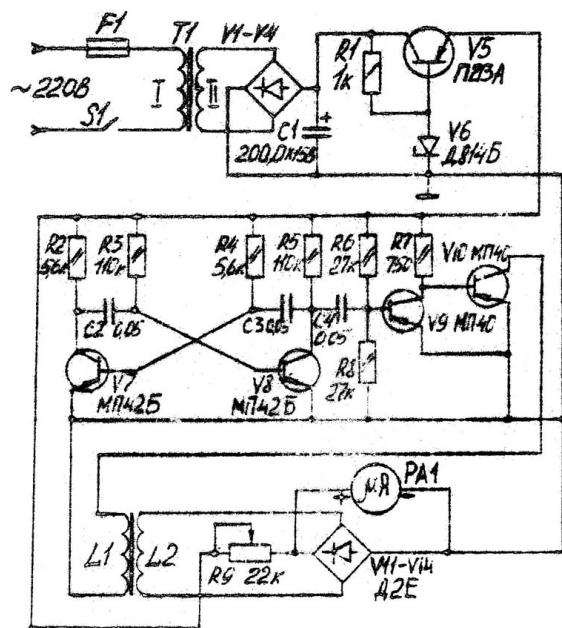
Что касается самой методики измерения, то следует отметить следующее. Поскольку индикаторные катушки находятся на общем магнитопроводе, между ними существует магнитная связь, и в режиме измерения магнитные потоки катушек оказывают сильное взаимовлияние. В работе [3] предполагается, что зависимость величины индуктируемого тока в катушках от напряженного состояния материала одинакова, т.е. не учитывается влияние возможных конструктивных отличий катушек, а также некоторое отличие случаев растяжения-сжатия.

Т.к. при растяжении и сжатии измерения магнитной проницаемости противоположны по знаку, то суммарный отсчет часто соизмерим с погрешностью прибора при тарировке. Все это приводит к малой точности прибора.

От недостатков свободна предлагаемая на фиг. 1 схема. На схеме приняты обозначения 1 – блок питания, 2 – генератор, 3 – блок сравнения, 4 – блок усиления, 5 – измерительный блок.

Блок питания генератора состоит из источника питания напряжением 20–55 В и простейшего электро-сменного стабилизатора напряжения постоянного тока. Для облегчения теплового режима транзистора П213 последний устанавливается на радиаторе в виде медного кольца.

Генератор собран по двухтактной схеме с самовозбуждением. Колебательный контур L1C1 генератора настроен соответствующим подбором индуктивности и емкости на частоту порядка 3000–5000 Гц. Генератор



Фиг. 1. Принципиальная схема прибора для определения толщины покрытия

монтируется в корпусе прибора, что позволяет при соответствующем подборе режима транзисторов гарантировать стабильность колебаний генератора как по частоте, так и по амплитуде. Транзисторы для генератора выбирают с возможно меньшим начальным током коллектора и одинаковым коэффициентом усиления по току. Для повышения чувствительности прибора применен усилитель постоянного тока на двух полупроводниковых триодах типа МПН2. Триоды включены эмитторными повторителями по двухтактной схеме, что обеспечивает при линейности усилителя величину усиления порядка 5–10 раз.

При одинаковых параметрах транзисторов (одинаковом коэффициенте усиления по току и одинаковом начальном токе) температурный дрейф нуля усилителя отсутствует. Питается усилитель от одного элемента напряжением 1,5 В. Усиление напряжения в процесс эксплуатации на 30–40 % практически не скачивается на коэффициенте усиления.

Датчик магнитной анизотропии образован из катушек L_2 , L_3 , L_4 , где L_2 – катушка возбуждения датчика, а L_3 , L_4 – индикаторные катушки, расположенные в общем искателе в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Катушки заключены в общем корпусе искателя, имеющего 5 выводов, подключающихся с помощью разъема к генератору и блоку сравнения. Взаимовлияние магнитных потоков индикаторных катушек исключается включением в режим измерения поочередно одной из них (L_3 или L_4).

Катушки L_2 , L_3 , L_4 расположены на общем разомкнутом магнитопроводе выполненном в виде 2-х ш-образных сердечников с общим средним стержнем, на котором и устанавливается катушка L_2 . Замыкание магнитопровода происходит через основной металл конструкции в месте измерения, величина эдс, наведенной в катушках L_3 , L_4 , таким образом будет зави-

сеть от магнитных свойств исследуемого металла, а значит, в конечном счете, от напряженно-деформированного состояния последнего.

Измерения производятся микроамперметром чувствительностью – 50–1000 мкА. Переключатель П2 служит для измерения полярности напряжения. По его положению судят о знаке деформаций. Переключатель П3 позволяет осуществлять переход из режима измерения на контроль напряжения источника питания. Приведенная схема позволяет отказаться от необходимости установки дополнительного вольтметра для контроля напряжения источника питания. Предусмотрена возможность использования всей шкалы регистрирующего прибора.

С помощью прибора сравнивают напряженно-деформированное состояние металла конструкции с металлом эталонного образца. Для этой цели служит блок сравнения.

Первоначальная установка нуля прибора осуществляется переменными сопротивлениями R_1 и R_2 . При приложении датчика к исследуемому образцу в катушках L_3 и L_4 будет наводиться эдс, которая будет иной, чем для случая эталонного образца. Разбаланс в данном случае является косвенным показателем величины деформации и интересующей нас точки, истинное значение которой можно определять из тарировки прибора, которая производится дважды (при включении катушек L_3 и L_4 соответственно) на образцах при одноосном растяжении их.

При растяжении пластины деформации в ней равны соответственно в продольном и поперечном направлениях:

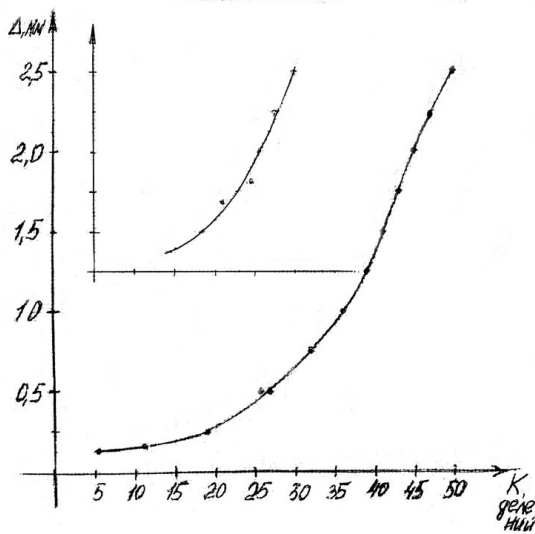
$$\varepsilon_1 = \frac{P}{F \cdot E}; \quad \varepsilon_2 = -\mu \cdot \varepsilon_1.$$

Располагая тарируемую катушку (поочередно L_3 , L_4) в продольном и поперечном направлениях получим зависимость показаний прибора при деформациях удлинения-сжатия. Тарировка осуществляется на образцах, изготовленных из предварительно не нагружавшегося материала, из которого изготовлена и конструкция. Из такого же материала изготовлен эталонный образец, по которому производится настройка прибора на ноль. При поочередном их включении определим приращения показаний прибора и по тарировочному графику найдем соответствующие им деформации ε_1 , ε_2 . В случае двухосного напряженного состояния материала конструкции

$$\sigma_1 = \frac{E}{1 - \mu^2} (\varepsilon_1 + \mu \varepsilon_2);$$

$$\sigma_2 = \frac{E}{1 - \mu^2} (\varepsilon_2 + \mu \varepsilon_1)$$

На фиг. 2 показан тарировочный график для образца, из малоуглеродистой стали (K – показания прибора). Многократно проведенные испытания показали, что разброс результатов при работе с образцами, изготовленными из одной партии, не превышает 10 %.



Показания прибора	дел:	0,25	0,50	0,75	1,0	1,25	1,50	1,75	2,0	2,25	2,5
Толщина покрытия	мм	19	27	32	36	39	41	43	45	47	50

Конструктивное исполнение прибора может быть различным. Наиболее удобным является монтаж с помощью отдельных блоков, что существенно облегчает наладку прибора. Прибор переносной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мехонцев Г.И. Измеритель упругих напряжений. «Радио», № 5, 1999.
2. Будзинский В.В. Измерение механических напряжений датчиками из магнитной анизотропии. Сборник научных сообщений ВНИИМЕТМАШ, 1999.
3. Максимов В.Н., Павлов В.В. Прибор для исследования остаточных напряжений в металлоконструкциях. Сборник научных сообщений ВНИИМЕТМАШ, 1999.

пост. 10.04.07.

Математическая модель распределения циркуляционных потоков жидкости в шахтных аэротенках с пневматической аэрацией

В.И. НЕЗДОЙМИНОВ, М.В. БЕСКРОВНАЯ**, В.В. БЕЛОУСОВ***

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка
 **Донецкий национальный университет

Зроблено спробу за допомогою чисельного розв'язання і реалізації на ЕОМ рівняння Нав'є-Стокса проаналізувати формування поля швидкостей в аэротенку з ерліфтною системою аерації.

Сделана попытка при помощи численного решения и реализации на ЭВМ уравнения Навье-Стокса проанализировать формирование поля скоростей в аэротенке с эрлифтной системой аэрации.

It has been made an attempt to analyze and to realize on the computer Navier-Stokes equation for formation of a field of velocities in an airtank with airlift system of aeration by means of the numerical solution.

Вступлення. Эффективность процессов биохимического окисления органических и минеральных загрязнений обусловлено, с одной стороны, особенностями культивирования микроорганизмов активного ила, а с другой гидродинамикой потоков жидкости в аэрационных сооружениях, которые интенсифицируют процесс насыщения ила кислородом, что в свою очередь улучшает процесс очистки вод. Создание движущихся потоков жидкости внутри сооружения может создаваться за счет барботажга газа (воздуха), механического перемешивания и т.д.

Оптимальные условия культивирования микроорганизмов при аэробной очистке возможны при выполнении основных условий:

- обеспечение интенсивного перемешивания сточных вод и активного ила для поступления к хлопку нужных питательных веществ и растворенного кислорода;

- постоянная утилизация продуктов метаболизма активного ила;
- внесение достаточного количества кислорода для биохимических реакций и для поддержания активного во взвешенном состоянии;
- предотвращение отложения ила на дне сооружений.

В практике биохимической очистки широкое распространение получили пневматические системы аэрации, использующие энергию сжатого воздуха. От воздухонагнетателей воздух с избыточным рабочим давлением 50 кПа подается под уровень жидкости и диспергируется. В результате над диспергатором образуется газожидкостная смесь, которая обеспечивает растворение кислорода воздуха и поперечную восходяще-нисходящую циркуляцию потока жидкости в аэротенках. Именно рабочее давление воздуховодов определяет максимальную глубину установки диспергирующих элементов воздуха в сооружениях очистки.

