

Литература

1. Асланян, И. Р. Изнашивание электролитических NiP покрытий при трении скольжения / И. Р. Асланян, Л. Ш. Шустер // Труды ВИАМ. – 2015. – № 3. – С. 52–60.
2. Yan, M. Improved microhardness and wear resistance of the as-deposited electroless Ni-P coating / M. Yan, H. G. Ying, T. Y. Ma // Surface & Coatings Technology. – 2008. – Vol. 202. – P. 5909–591.
3. Механические и триботехнические свойства нитридных и оксинитридных покрытий на основе

хрома и циркония, полученных электродуговым испарением / Вархолински Б. [и др.] // Трение и износ. – 2019. – Т. 40. № 2. – С. 209–217.

4. Износ тонких покрытий различной твердости зондовыми методами / Лапицкая В. А. [и др.] // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2020. – № 6. – С. 61–67.

5. Ni-P layer system and process for its preparation : пат. FR WO2009115192A2 / J. Barthelmes. – Оpubл. 20.03.2008.

УДК 620.179.14

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМАЦИИ СТАЛИ 12X18H10T С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ Чернышёв А.В., Шарандо В.И., Кременькова Н.В.

*ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси»
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Исследовано влияние степени пластической деформации и толщины образцов из стали 12X18H10T на амплитуды вносимой ЭДС и ее третьей гармонической составляющей накладного вихревого преобразователя. Частота переменного поля возбуждения составляла 2,5 кГц. Установлено, что максимальная толщина образцов, с достижением которой прекращается изменение амплитуд в обоих случаях, составляет 2–3 мм. С увеличением степени деформации и толщины образца амплитуда вносимой ЭДС возрастает. Амплитуда третьей гармонической составляющей имеет максимум в области деформаций 20–25 %, положение и высота которого определяются толщиной образца.

Ключевые слова: электромагнитный контроль, аустенитная сталь, пластическая деформация, толщина.

INFLUENCE OF THE THICKNESS OF THE PRODUCTS WHEN STUDYING THE PROCESSES OF DEFORMATION OF STEEL 12X18H10T USING THE ELECTROMAGNETIC CONTROL METHOD

Chernyshev A., Sharando V., Kremenkova N.

*Institute of Applied Physics of the NAS of Belarus
Minsk, Belarus*

Abstract. Influence of the degree of plastic deformation and the thickness of samples made from steel 12X18H10T on the amplitudes of the introduced EMF and its third harmonic component of the superimposed eddy current transducer was investigated. The frequency of the alternating excitation field was 2.5 kHz. It was found that the maximum thickness of the samples, upon reaching which the change in amplitudes ceases in both cases, is 2–3 mm. With an increase in the degree of deformation and thickness of the sample, the amplitude of the introduced EMF increases. The amplitude of the third harmonic component has a maximum in the range of deformations of 20–25 %, the position and height of which are determined by the thickness of the sample.

Key words: electromagnetic control, austenitic steel, plastic deformation, thickness.

*Адрес для переписки: Чернышёв А.В., ул. Академическая, 16, г. Минск 220072, Республика Беларусь
e-mail: lab1@iaph.bas-net.by*

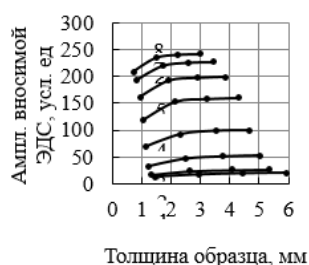
В работе [1] рассмотрена возможность изучения процессов пластической деформации стали 12X18H10T с помощью прибора контроля твердости ПКТ-2 [2]. Измерялась амплитуда третьей гармонической составляющей E_3 выходной ЭДС накладного преобразователя. В настоящей работе приведены результаты аналогичных исследований влияния степени пластической деформации на E_3 , но измерения проводились при различных толщинах образцов. Дополнительно проводились измерения амплитуды E вносимой ЭДС того же накладного преобразователя. Частота тока возбуждения преобразователя 2,5 кГц. Он состоял из трех соосных катушек – поля воз-

буждения, измерительной и компенсационной. Наружный диаметр катушек 10 мм. Выходная ЭДС преобразователя в исходном положении (без образца) компенсировалась до нулевого значения.

Образцы были изготовлены следующим образом. Из верхнего слоя стального листа толщиной 10 мм в состоянии поставки были вырезаны пластинки размером 20×20 мм² и прошлифованы до толщин 1,4–1,5 мм. Затем они прокатывались при комнатной температуре в двух взаимно перпендикулярных направлениях с обеспечением последовательного ряда степеней пластической деформации. Измерения проводились на пла-

стинках с одинаковой степенью деформации, сложенных в образцы различной толщины.

На рис. 1 показана зависимость амплитуды E вносимой ЭДС преобразователя от толщины образца при различных степенях деформации.



1 – 0 %, 2 – 10 %, 3 – 15 %, 4 – 21 %, 5 – 28 %, 6 – 35 %, 7 – 42 %, 8 – 51 %

Рисунок 1 – Зависимость амплитуды вносимой ЭДС накладного преобразователя от толщины образца при степенях деформации:

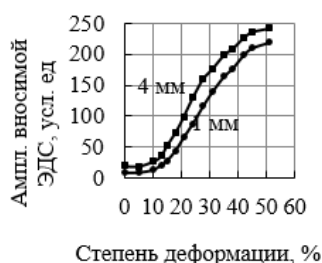
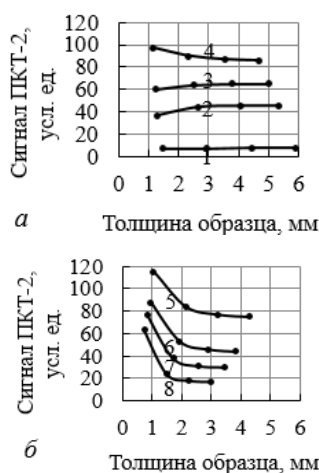


Рисунок 2 – Зависимость амплитуды вносимой ЭДС вихретокового преобразователя от степени деформации при толщинах образцов 1 и 4 мм

На рис. 2 представлена зависимость E от степени деформации при экстраполяции толщин составных образцов на 1 и 4 мм. Количество степеней деформации здесь представлено в более полном виде, оно вдвое превышает использованное для рис. 1.



1 – 0 %, 2 – 10 %, 3 – 15 %, 4 – 21 %;
5 – 28 %, 6 – 35 %, 7 – 42 %, 8 – 51 %.

Рисунок 3 – Зависимость сигнала прибора ПКТ-2 от толщины образца при степенях деформации



Рисунок 4 – Зависимость сигнала прибора ПКТ-2 от степени деформации при толщинах образцов 1 и 4 мм

Рис. 3 и 4 показывают, соответственно, зависимость E_3 преобразователя от толщины образца при разных степенях деформации и от степени деформации при толщинах образцов 1 мм и 4 мм.

Из рис. 2 следует, что по мере роста степени деформации E растет, что объясняется увеличением при этом в образце процентного содержания ферромагнитного мартенсита деформации. При этом растет магнитная проницаемость и, соответственно, E , прямо пропорциональная этой проницаемости. Этим фактором объясняется и рост на начальном участке E_3 , которая прямо пропорциональна коэффициенту Релея β .

Толщина, с достижением которой прекращается изменение E и E_3 , зависит от степени деформации. Это объясняется тем, что глубина проникновения электромагнитной волны в металл обратно пропорциональна магнитной проницаемости – с ее ростом глубина проникновения уменьшается. Следовательно, с ростом степени деформации и увеличением при этом магнитной проницаемости глубина проникновения уменьшается. Например, при деформации 51 % влияние изменения толщины на E и E_3 прекращается после 2 мм, что видно из рис. 1 и 3, б. При деформации 15 % влияние толщины на E и E_3 прекращается после 3 мм.

Уменьшение E_3 при превышении степени деформации 25 % объясняется уменьшением β из-за увеличения в образце плотности дислокаций.

Таким образом, по измерениям E возможен контроль в широком диапазоне степени деформации образцов из стали 12Х18Н10Т, однако при этом может возникнуть необходимость учета толщины образца. Контроль степени деформации по измерениям E_3 возможен лишь в ограниченном интервале ввиду неоднозначной зависимости E_3 от степени деформации. В этом случае также имеет место влияние толщины образца на результаты контроля.

Литература

1. Шарандо, В. И. Использование магнитодинамического и электромагнитного методов контроля при изучении процессов деформации стали 12Х18Н10Т / В. И. Шарандо, А. В. Чернышев, Н. В. Кременькова // Приборостроение–2020 : материалы 13 международной науч.-техн. конф., 18–20 ноября 2020 г., Минск, Белорус. нац. техн. ун-т / редкол. : О.К. Гусев [и др.]. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 173–175.
2. Гусак, Н. О. Прибор для контроля твердости ПКТ-2 / Н. О. Гусак, А. В. Чернышев, В. Л. Цукерман // Дефектоскопия. – 1991. – № 10. – С. 92.