

УДК 620.179.1+537.3222.11
ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ЭЛЕКТРОДОВ И КОНТАКТНОЙ НАГРУЗКИ ПРИ
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ НИКЕЛЯ НА СТАЛИ 20

В. И. ШАРАНДО
ГНУ «ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Термоэлектрический метод толщинометрии гальванических покрытий впервые предложен и обсуждён в [1]. При разработке конструкций промышленных толщиномеров существенное значение приобретает необходимость учёта факторов, влияющих на величину и стабильность измеряемого сигнала и подверженных возможным вариациям в процессе эксплуатации прибора. Ряд вопросов, в том числе связанных с исследованием зависимости результатов измерений от условий контроля и свойств используемых материалов, рассмотрен в обзорной работе [2]. Одним из основных параметров, определяющих чувствительность к толщине и вид градуировочных кривых, является размер контакта нагреваемого электрода с поверхностью изделия. Он может изменяться вследствие износа электрода (появление на окончании торцевой площадки), а также не быть стабильным из-за плохо контролируемой нагрузки в контакте. Ранее [3] исследования этого фактора были выполнены для никелевых покрытий на бронзе БрХ08. Необходимость проведения подобных работ для никеля на конструкционных сталях связана с зависимостью результата от соотношения теплофизических характеристик материалов электрода, покрытия и основания. Так, коэффициенты теплопроводности сталей и сплавов на основе меди могут различаться многократно, и, вследствие этого, изменение площади контакта при разных материалах основания не одинаковым образом перераспределяет температуры в поверхностном слое.

При исследованиях использован электронный блок прибора ПИТ-2 [4] с накладным преобразователем, содержащим два электрода; последние подпружинены в массивных металлических блоках, один из которых имел температуру окружающей среды, а второй – нагревался. Разность температур между блоками поддерживали постоянной, равной 50⁰С.

Образцы имели размеры 40x40x8 мм, на одну из плоскостей было нанесено гальваническое никелевое покрытие 20x20 мм.

На рис. 1 изображена зависимость измеренной термоэдс от толщины никелевого покрытия на стали 20 при вариации диаметра контактных окончаний электродов. Сменные нагреваемые электроды выполнены из стали 45 в виде стержней диаметром 5 мм, имели окончания в форме усеченного конуса с углом 45⁰ и диаметрами прилегающего к покрытию основания от 0,2 до 2,2 мм. Прижим осуществлялся с усилием 3 Н.

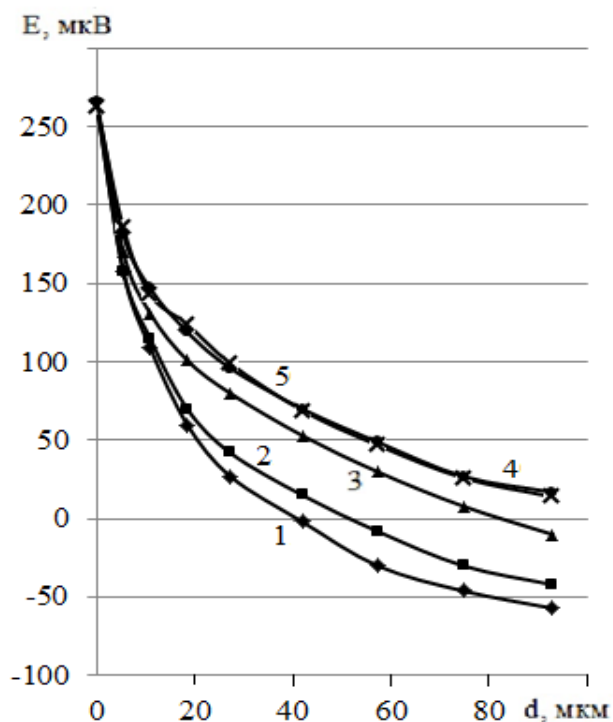


Рис. 1. Графики зависимость измеренной термоэдс от толщины никелевого покрытия на стали 20 при разном диаметре контактных окончаний электродов: 1 – 0,2 мм; 2 – 0,5 мм; 3 – 1,0 мм; 4 – 1,5 мм; 5 – 2,2 мм.

На рис. 2 изображена зависимость измеренной термоэдс от толщины никелевого покрытия на стали 20 при различной нагрузке на нагреваемый электрод. Последний, как и в предыдущем случае, был выполнен из стали 45 в виде стержня диаметром 5 мм, но имел сферическое окончание с радиусом закругления 2,5 мм; прижим осуществлялся последовательно тремя пружинами, обеспечивавшими усилия 1; 3 и 8 Н.

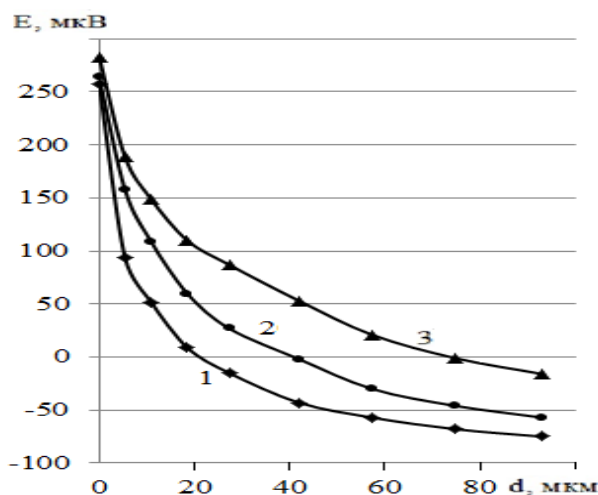


Рис. 2. Графики зависимости измеренной термоэдс от толщины никелевого покрытия на стали 20 при разном усилии прижима сферического электрода к изделию: 1 – 1 Н; 2 – 3 Н; 3 – 8 Н

Из рис. 1, 2 следует, что как при увеличении диаметра контактных окончаний конических электродов, так и при росте усилия прижима сферического электрода к изделию происходит уменьшение наклона термоэлектрических кривых. Чувствительность к толщине покрытия, особенно в нижней части диапазона, резко снижается. При этом исследуемые факторы не оказывают существенного влияния на величину термоэдс, измеренную на основании без покрытия, что говорит не об изменении температуры контакта нагреваемого электрода с изделием, а о перераспределении температурного поля в поверхностном слое изделия и изменении вклада в суммарную эдс источника, связанного с парой покрытие-основание. Увеличение диаметра контактной площадки свыше 1,5 мм (кривые 4, 5 на рис. 1) приводит к практически полному, в рассмотренном диапазоне толщин никелевых покрытий, слиянию зависимостей; однако, при этом возрастает разброс показаний, связанный с неполным прилеганием плоскости окончания электрода к поверхности покрытия.

Сравнение полученных данных с данными [3] показывает, что характер изменения термоэлектрических зависимостей в обеих работах аналогичен, однако, при использовании в качестве основания стали 20, эффект примерно в два раза выше, чем в случае выполнения основания из бронзы БрХ08. Применение предложенной в [3] методики частичного исправления нарушенной вследствие истирания электродных окончаний градуировки за счёт регулировки прижима здесь также возможно, но основное внимание должно быть обращено на выбор материала электродов с достаточно высокой износостойкостью. Также конструкция преобразователя должна обеспечивать высокую степень постоянства прижима электродов к изделию с минимальным трением в подвижных узлах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Суворов, Л. М.** Термоэлектрический метод измерения толщины гальванических покрытий. / Л. М. Суворов // Заводская лаборатория. – 1964. – Т. 30–№ 8. – С. 959–962.
2. **Шарандо, В. И.** Перспективы термоэлектрического метода в исследовании свойств металлов и поверхностных слоёв. / В. И. Шарандо // Достижения физики неразрушающего контроля / Сб. науч. тр., посвящённый 40-летию ИПФ НАН Беларуси. – Минск : 2003. – С. 99–118.
3. **Лухвич, А. А.** Влияние площади контакта и усилия прижима при термоэлектрической толщинометрии. / А. А. Лухвич, В. И. Шарандо // Дефектоскопия. – 1992. – № 12. – С. 75–77.
4. Приборы термоэлектрические типа ПИТ / Ин-т прикл. физ. НАН Беларуси [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://iaph.bas-net.by/~lab1/ru/pit.html>. – Дата доступа: 28.05.2012.

E-mail: lab1@iaph.bas-net.by