Группа В59

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ

Измерение удельной электрической проводимости цветных металлов вихретоковым методом

Nondestructive testing. Measurement of electrical conductivity of non-ferrous metals by eddy current method

ГОСТ 27333—87

ОКСТУ 1809
МКС 19.100
77.040.20

Дата введения 01.07.88

Настоящий стандарт распространяется на полуфабрикаты и детали из цветных неферромагнитных металлов и сплавов и устанавливает вихретоковый метод измерения удельной электрической проводимости (далее — электропроводимости) в диапазоне от 0,5 до 37 МСм/м.

Стандарт не распространяется на проволоку и фольгу.

Сущность метода — по ГОСТ 18353.

1. АППАРАТУРА

1.1. При измерении электропроводимости используют вихретоковые измерители удельной электропроводимости (далее — вихретоковые измерители) с накладным преобразователем, имеющие в качестве индикаторного устройства:

цифровое табло;

стрелочный указатель, проградуированный в единицах электропроводимости;

стрелочный указатель с равномерной шкалой, не проградуированный в единицах электропроводимости.

Частота тока возбуждения вихретокового преобразователя должна быть не менее 40 кГц.

1.1.1. Вихретоковые измерители используют совместно с комплектом государственных стандартных образцов удельной электрической проводимости (ГСО).

1.1.2. Вихретоковые измерители должны быть поверены.

1.2. Основная относительная погрешность измерения удельной электропроводимости с использованием ГСО в диапазоне от 0,5 до 3 МСм/м не должна превышать 3 %, в диапазоне св. 3 до 37 МСм/м не должна превышать 2 %.

1.3. Подготовка вихретоковых измерителей к работе (заземление, прогрев, отстройка от изменения зазора) должна проводиться в соответствии с эксплуатационной документацией.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕКТУ КОНТРОЛЯ

2.1. Объект контроля должен иметь плоскую площадку, размеры которой и толщина в месте измерения должны соответствовать указанным в эксплуатационной документации вихретокового измерителя.

2.1.1. Допускается проведение измерений на образцах (площадках) меньших размеров или меньшей толщины, а также по криволинейной или плакированной поверхности с учетом влияния одного из указанных факторов. Необходимые поправки устанавливают, как указано в рекомендуемом приложении.

2.1.2. Для плакированных объектов контроля допускается проведение измерений на участках с удаленным плакирующим слоем.

Издание официальное ★ **Перепечатка воспрещена**

gost.e-ecolog.ru

2.2. Параметр шероховатости контролируемой поверхности должен соответствовать требованиям эксплуатационной документации. При отсутствии указаний параметр шероховатости Rz должен быть не более 40 мкм по ГОСТ 2789.

2.3. На объекте контроля в местах измерений не допускаются видимые поверхностные дефекты (раковины, вмятины, забоины, трещины, коррозионные поражения и др.).

2.4. Места измерений должны быть очищены от лакокрасочных покрытий, герметика, клея, пригоревшей резины, масла, грязи, других эксплуатационных отложений и производственных загрязнений.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Измерения проводят при внешних условиях, соответствующих требованиям эксплуатационной документации вихретокового измерителя. Условия проведения настройки и измерения должны быть одинаковыми. Температура объекта контроля и ГСО должна быть одинаковой, что достигается путем выдерживания их в одинаковых температурных условиях.

3.2. Измерение удельной электропроводимости вихретоковыми измерителями, имеющими в качестве индикаторного устройства цифровое табло или стрелочный указатель, проградуированный в единицах электропроводимости, проводят следующим образом.

Настраивают вихретоковый измеритель по двум ГСО из комплекта, имеющим значения электропроводимости, наиболее близкие к границам диапазона (поддиапазонов), или по двум ГСО, электропроводимость которых на 2—5 МСм/м превосходит или уступает ожидаемой электропроводимости объекта контроля ($\gamma_{ок}$), добиваясь совпадения показаний вихретокового измерителя со значениями электропроводимости ГСО.

Для вихретоковых измерителей, имеющих несколько поддиапазонов измерения, настройку проводят по каждому поддиапазону.

Определяют электропроводимость объекта контроля по цифровому табло или по шкале стрелочного указателя.

3.3. Измерение удельной электропроводимости вихретоковыми измерителями, имеющими в качестве индикаторного устройства стрелочный указатель с равномерной шкалой, не проградуированный в единицах электропроводимости, проводят следующим образом.

Из комплекта ГСО выбирают два ближайших по значениям стандартных образца, имеющих меньшую (γ_1) и большую (γ_2) электропроводимость по сравнению с электропроводимостью объекта контроля ($\gamma_{ок}$).

Вычисляют разницу показаний стрелочного указателя в делениях шкалы для двух выбранных стандартных образцов по формуле

$$\Delta n = n_1 + n_2, \tag{1}$$

где n_1 — отклонение стрелки влево от исходного положения для объекта контроля (например, от нуля или от центрального деления шкалы);

n_2 — отклонение стрелки вправо от исходного положения.

Определяют цену деления шкалы стрелочного указателя в МСм/м по формуле

$$\psi = \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\Delta n}, \tag{2}$$

где γ_1 и γ_2 — электропроводимость стандартных образцов, при этом γ_1 меньше γ_2.

Для удобства расчетов подбирают определенное значение цены деления шкалы стрелочного указателя (например, с помощью коррекции чувствительности устанавливают цену одного деления шкалы, равной 0,1 или 0,01 МСм/м).

Электропроводимость объекта контроля рассчитывают по формулам:

$$\gamma_{ок} = \gamma_1 + \psi n_1, \tag{3}$$

или

$$\gamma_{ок} = \gamma_2 - \psi n_2. \tag{4}$$

3.4. Допускается измерение электропроводимости объекта контроля вихретоковыми измерителями, имеющими индикаторное устройство в виде стрелочного указателя, проградуированного в единицах электропроводимости, по пункту 3.3 (т. е. методом сравнения объекта контроля с ГСО).

3.5. Результаты измерений оформляют протоколом или заносят в формуляр изделия, где указывают:

марку сплава;

тип вихретокового измерителя;

наименование объекта контроля;

значение электропроводимости;

дату проведения измерений и фамилий операторов;

обозначение настоящего стандарта.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. При проведении измерений электропроводимости вихретоковым методом необходимо руководствоваться «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Госэнергонадзором.

4.2. К обслуживанию вихретоковых измерителей, питание которых осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, допускаются лица, прошедшие обучение и сдавшие экзамен по правилам Госэнергонадзора на II квалификационную группу. Проверка знаний операторов по безопасным приемам и методам работы проводится не реже одного раза в 12 месяцев.

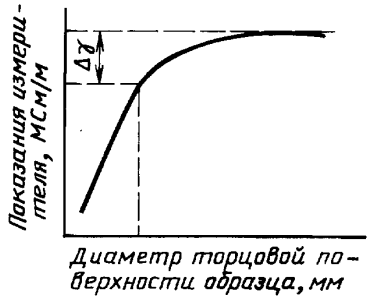
4.3. Дополнительные требования безопасности и противопожарные требования устанавливаются в технической документации на контроль.

ПРИЛОЖЕНИЕ
Рекомендуемое

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВОК ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТИ ОБЪЕКТОВ КОНТРОЛЯ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРОВ, ФОРМЫ И ПЛАКИРУЮЩЕГО СЛОЯ

1. Определение значения поправки на краевой эффект при измерении электропроводимости объектов контроля, имеющих маленькую площадку для измерения

1.1. Значение поправки определяют с помощью набора образцов разного диаметра. Наибольший диаметр торцовой поверхности должен в 1,5—2 раза превышать требования эксплуатационной документации вихретокового измерителя. Диаметр остальных образцов постепенно уменьшают на 1—2 мм до величины, меньшей требуемого при контроле размера на 1—2 мм. Образцы изготавливают из одного прутка (одной заготовки). Электропроводимость материала не должна отличаться от электропроводимости объекта контроля более чем на 5 %. Остальные требования к образцам (толщина и параметр шероховатости) должны соответствовать эксплуатационной документации вихретокового измерителя.



Черт. 1

Например, для контроля прутков диаметром 12 мм по торцовой поверхности вихретоковым измерителем, позволяющим проводить измерения на площадках размером 20·20 мм и толщиной 1 мм, рекомендуется набор образцов диаметром от 10 до 30 мм (10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 30 мм), толщиной 1,5—2,0 мм.

1.2. Для определения поправки измеряют кажущуюся электропроводимость образцов разного диаметра с торцовой поверхности. Вихретоковый преобразователь устанавливают по центру каждого образца.

1.3. По результатам измерений электропроводимости строят экспериментальный график, характеризующий влияние краевого эффекта, в координатах «Показания вихретокового измерителя (кажущаяся электропроводимость) в МСм/м — диаметр торцовой поверхности в мм» (черт. 1).

1.4. Значение поправки $\Delta\gamma$ в МСм/м определяют по графику как разность между значением электропроводимости образца наибольшего диаметра и кажущейся электропроводимостью образца диаметром, соответствующим диаметру контролируемого объекта.

1.5. Значение поправки определяют для каждого вихретокового измерителя.

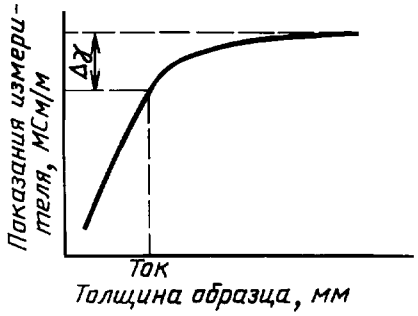
2. Определение значения поправки на толщину при измерении электропроводимости тонкостенных объектов контроля

2.1. Значение поправки определяют с помощью набора образцов разной толщины или с использованием «ступенчатого» образца. Наибольшая толщина должна в 1,5—2 раза превышать требования эксплуатационной документации вихретокового измерителя. Толщина остальных образцов постепенно уменьшается на 0,1—0,2 мм до величины, меньшей требуемого при контроле размера на 0,1—0,2 мм. Образцы изготавливают из одного листа (одной заготовки). Электропроводимость материала не должна отличаться от электропроводимости объекта контроля более чем на 5 %. Остальные требования к образцам (размеры плоской площадки и параметр шероховатости) должны соответствовать эксплуатационной документации вихретокового измерителя.

Например, для контроля листов толщиной 0,7 мм вихретоковым измерителем, позволяющим проводить измерения на площадках размером 20·20 мм и толщиной 1 мм, рекомендуется набор образцов толщиной от 0,5 до 2 мм (0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,5; 2,0 мм), размером плоской площадки 30·30 мм.

2.2. Для определения поправки измеряют кажущуюся электропроводимость образцов разной толщины.

2.3. По результатам измерений строят экспериментальный график, характеризующий влияние толщины, в координатах «Показания вихретокового измерителя (кажущаяся электропроводимость) в МСм/м — толщина образца в мм» (черт. 2).



Черт. 2

2.4. Значение поправки $\Delta\gamma$ в МС/м определяют по графику как разность между значением электропроводимости образца наибольшей толщины и кажущейся электропроводимостью образца, соответствующей контролируемому объекту $T_{ок}$ (см. черт. 2).

2.5. Значение поправки определяют для каждого вихретокового измерителя.

2.6. Допускается определять электропроводимость тонкостенных объектов контроля (например, листов) в сборе со вспомогательной плитой или листом из того же сплава, при этом суммарная толщина объекта контроля и плиты должна быть не менее указанной в эксплуатационной документации вихретокового измерителя. Поправку в этом случае не определяют.

3. Определение значения поправки на толщину плакирующего слоя при измерении электропроводимости плакированных объектов контроля

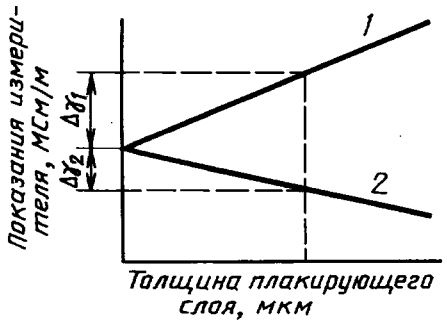
3.1. Значение поправки определяют с помощью набора образцов с разной толщиной плакирующего слоя.

Образцы изготавливают из одного листа с односторонней плакировкой требуемого сплава. Для получения разной толщины плакирующего слоя образцы травят. Толщину плакирующего слоя определяют металлографическим методом по действующей нормативно-технической документации.

Остальные требования к образцам (толщина, размеры плоской площадки и параметр шероховатости) должны соответствовать эксплуатационной документации вихретокового измерителя.

3.2. Для определения поправки измеряют электропроводимость каждого образца с двух сторон.

3.3. По результатам измерений электропроводимости строят экспериментальный график, характеризующий влияние толщины плакирующего слоя, в координатах «Показания вихретокового измерителя (кажущаяся электропроводимость) в МСм/м — толщина плакирующего слоя в мкм» (черт. 3).



1 — $\gamma_{обр} < \gamma_{плак. п.}$;
2 — $\gamma_{обр} > \gamma_{плак. п.}$

Черт. 3

За исходную точку (без плакировки) принимают среднее арифметическое значение электропроводимости образцов с неплакированной стороны.

3.4. Значение поправки $\Delta\gamma$ в МСм/м определяют по графику как разность между значением электропроводимости образца без плакирующего покрытия и кажущейся электропроводимостью образца с фактической толщиной плакирующего покрытия $\gamma_{плак. п}$ объекта контроля (см. черт. 3).

3.5. Значение поправки определяют для каждого вихретокового измерителя.

4. Определение значения поправки на кривизну поверхности при измерении электропроводимости объектов контроля цилиндрической формы

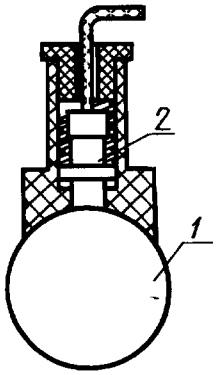
4.1. Значения поправки определяют с помощью набора цилиндрических образцов разного диаметра, изготовленных из одной заготовки.

Максимальный диаметр образца выбирают, исходя из требований эксплуатационной документации на вихретоковый измеритель по кривизне поверхности. Диаметр остальных образцов постепенно уменьшают, например, на 10 мм до значения, меньшего требуемого диаметра на 5—10 мм. Параметр шероховатости и высота (линейный размер площадки измерения) должны соответствовать эксплуатационной документации вихретокового измерителя.

Электропроводимость материала не должна отличаться от электропроводимости объекта контроля более чем на ±5 %.

4.2. Используя ГСО, измеряют электропроводимость каждого образца из набора как по плоской, так и по цилиндрической поверхности. По результатам измерений электропроводимости по плоской поверхности на образцы наносят маркировку.

Преобразователь устанавливают перпендикулярно к цилиндрической поверхности с помощью призмы (черт. 4). Регистрируют отклонение стрелки индикатора вихретокового измерителя в сторону больших значений электропроводимости или показания цифрового табло.

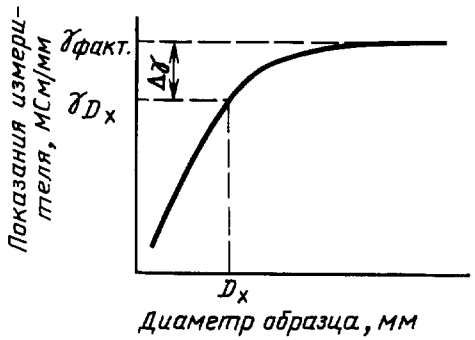


1 — объект контроля; *2* — преобразователь вихретокового измерителя

Черт. 4

При измерениях без установки в призму допускается покачивание преобразователя, при этом регистрируют максимальное отклонение стрелки индикатора или максимальные показания цифрового табло.

4.3. По результатам измерений электропроводимости образцов по цилиндрической поверхности строят экспериментальный график, характеризующий влияние кривизны поверхности, в координатах «Показания вихретокового измерителя (кажущаяся электропроводимость) в МСм/м — диаметр в мм» (черт. 5).



Черт. 5

4.4. Значение поправки $\Delta\gamma$ в МСм/м определяют по графику как разность между фактической величиной электропроводимости $\gamma^{i}_{\text{факт.}}$ (см. маркировку на цилиндрическом образце) и значением кажущейся электропроводимости γ_{Dx} каждого образца диаметром D_x, определенным по графику:

$$\Delta\gamma = \gamma_{\text{факт.}} - \gamma_{Dx}. \quad (5)$$

4.5. Измеряют кажущуюся электропроводимость объекта контроля по цилиндрической поверхности (см. п. 4.2).

4.6. Значение электропроводимости объекта контроля определяют, суммируя результаты по п. 4.5 с результатами определения значения поправки (п. 4.4) — для каждого вихретокового измерителя в отдельности.

Пример определения электропроводимости трубы диаметром 32 мм с толщиной стенки 2 мм из алюминиевого сплава с помощью цилиндрических образцов с электропроводимостью 18,4 МСм/м.

Строят экспериментальный график, как указано в п. 4.3.

Определяют значение поправки на кривизну поверхности образца диаметром 32 мм, как указано в п. 4.4. По графику значение $\gamma_{Dx} = 17{,}0$ МСм/м.

Тогда $\Delta\gamma = 18{,}4 - 17{,}0 = 1{,}4$ МСм/м.

Измеряют кажущуюся электропроводимость трубы по цилиндрической поверхности:

$$\gamma = 16{,}2 \text{ МСм/м}.$$

Вычисляют электропроводимость трубы диаметром 32 мм:

$$\gamma = 16{,}2 + 1{,}4 = 17{,}6 \text{ МСм/м}.$$

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТЧИКИ

Н. Ф. Петраков, В. Ф. Беренсон, В. К. Юренков, В. И. Добаткин, Г. С. Макаров, Н. М. Наумов, В. Т. Князев, П. Т. Дащинский

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 23.06.87 № 2305

3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 18353—79	Вводная часть
ГОСТ 2789—73	2.2

5. ПЕРЕИЗДАНИЕ

gost.e-ecolog.ru