ГОСТ Р 51694—2000
(ИСО 2808—97)

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Материалы лакокрасочные

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ

Издание официальное

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Техническим комитетом по стандартизации ТК 195 «Материалы лакокрасочные», ОАО «НПФ «Спектр ЛК»

ВНЕСЕН Госстандартом России

2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 22 декабря 2000 г. № 402-ст

3 Настоящий стандарт представляет собой аутентичный текст международного стандарта ИСО 2808—97 «Краски и лаки. Определение толщины покрытий» в части определения толщины лакокрасочных покрытий методами № 3, 6, 7 с дополнительными требованиями, отражающими потребности экономики страны

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Материалы лакокрасочные

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ

Paints and varnishes.
Determination of film thickness

Дата введения 2002—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы измерения толщины органических покрытий, нанесенных на окрашиваемую поверхность. Стандарт не распространяется на металлические покрытия. Некоторые из приведенных методов могут быть применены для измерения толщины свободных пленок. Методы, области их применения и точность измерений приведены в таблице 1.

Настоящий стандарт применяется для определения толщины лакокрасочных покрытий следующими методами:

№ 3 — Измерение толщины высушенного покрытия приборами, использующими механический контакт;

№ 6 — Магнитный метод;

№ 7 — Метод вихревых токов.

Стандарт содержит определения терминов, касающихся техники измерения толщины покрытий.

В настоящем стандарте дополнительные требования, отражающие потребности экономики страны, выделены курсивом.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.362—79 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение толщины покрытий. Термины и определения

ГОСТ 2789—73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 8832—76 (ИСО 1514—84) Материалы лакокрасочные. Методы получения лакокрасочного покрытия для испытаний

Таблица 1 — Методы измерения толщины покрытий

Номер и наименование метода	Средство измерений и область применения	Основная погрешность* и точность измерений	Примечание
№ 1 — Определение толщины сырого слоя	A. Калиброванная гребенка	—	Измерения дают приблизительное значение толщины сырого слоя
	B. Колесный толщиномер	Погрешность± 2,5 % + 1 мкм	Метод можно использовать в лаборатории и на месте окрашивания
	C. Взвешивание для измерения толщины сырого слоя на свежеокрашенной поверхности	Воспроизводимость ± 15 мкм	Метод № 1С можно использовать также для определения толщины высушенного покрытия, но только в лаборатории

Издание официальное

Продолжение таблицы 1

Номер и наименование метода	Средство измерений и область применения	Основная погрешность* и точность измерений	Примечание
№ 2 — Определение толщины высушенного покрытия путем расчета соотношения между массой и площадью высушенного покрытия	Применяют для мягких покрытий, толщина которых не может быть измерена приборами с зажимными элементами или измерительным стержнем	Измерения дают неточные результаты	Обеспечивает проверку, когда значение толщины находится в заданных пределах. Покрытие остается неповрежденным
№ 3 — Измерение толщины высушенного покрытия приборами, использующими механический контакт	A. Микрометрический метод. Применяют для измерений на практически плоских пластинах и окрашенных поверхностях	Погрешность ± 2 мкм. Воспроизводимость ± 30 % — для тонких покрытий; ± 20 % — для толстых покрытий	Покрытие должно быть достаточно твердым, чтобы противостоять вдавливающему усилию при контакте с зажимами микрометра. Покрытие разрушается в процессе испытания. Если пленка не отделена от основания, толщина покрытия должна быть более 25 мкм
	B. Метод с применением многооборотного индикатора. Испытуемые пластины или окрашенные поверхности должны быть практически плоскими или иметь кривизну в одном направлении	Воспроизводимость ± 10 % с нижним пределом 2 мкм	Покрытие должно быть достаточно твердым, чтобы противостоять вдавливающему усилию при контакте с измерительным стержнем
№ 4 — Измерение толщины высушенного покрытия профилометрическим методом	Рекомендуется в качестве арбитражного метода для практически плоских окрашенных поверхностей	Воспроизводимость ± 10 % с нижним пределом 2 мкм	Покрытие должно быть достаточно твердым, чтобы противостоять вдавливающему усилию пера профилометра. Покрытие разрушается в процессе испытания
№ 5 — Измерение толщины высушенного покрытия с использованием микроскопа	A. Микроскопическое исследование поперечного сечения. Рекомендуется как арбитражный метод измерения для покрытий на основаниях со сложным профилем, например на поверхностях после дробеструйной обработки	Погрешность ± 2 мкм. Воспроизводимость ± 10 %	Участок окрашенного изделия вырезают и закрепляют на смоле. Покрытие разрушается в процессе испытания
	B. Метод вырезки клина. Метод не применяют к хрупким и рыхлым покрытиям. Методы A и B можно применять при определении толщины отдельных слоев в многослойном покрытии	Воспроизводимость ± 10 % с нижним пределом 2 мкм	Чтобы вырезать пленку, нужен специальный режущий инструмент или сверло. Покрытие в процессе измерения разрушается
	C. Метод измерения профиля поверхности. Применяют к прозрачным покрытиям и покрытиям, которые могут легко отделяться от основания	Воспроизводимость ± 10 %	Для исследования профиля покрытия применяют специальный микроскоп (микроскоп светового сечения). Прозрачные покрытия не разрушаются

Окончание таблицы 1

Номер и наименование метода	Средство измерений и область применения	Основная погрешность* и точность измерений	Примечание
№ 6 — Магнитные методы	Для магнитных металлических оснований:		
	А. Магнитоиндукционный принцип	Погрешность ± 2 % +1 мкм. Воспроизводимость ± 10 %	Покрытие должно быть достаточно твердым, чтобы выдерживать давление датчика
	В. Принцип отрыва постоянного магнита	Погрешность ± 5 % +1 мкм	Измерения можно проводить на месте окрашивания
№ 7 — Метод вихревых токов	Для немагнитных металлических оснований	Погрешность ± 2 % +1 мкм Воспроизводимость ± 10 %	Приборы действуют по принципу вихревых токов. Покрытие должно быть достаточно твердым, чтобы выдержать давление датчика. Измерения можно проводить на месте окрашивания
№ 8 — Неконтактные методы	Применяют, когда контакт инструмента с покрытием нежелателен. Применяют для измерений на практически плоских окрашенных поверхностях	Воспроизводимость ± 10 %	В приборах используют принцип обратного рассеяния β-частиц (метод № 8А) или явление рентгеновской флуоресцентности (метод № 8Б). Для получения точных результатов покрытия должны быть гомогенными
№ 9 — Гравиметрический (растворения) метод	Применяют для измерения толщины покрытий на основаниях с неоднородным профилем (например стальные пластинки после дробеструйной обработки) и для покрытий на полимерных основаниях, если последние не подвержены действию лакокрасочных растворителей	—	Массу покрытия измеряют путем растворения покрытия без растворения основания. Среднее значение толщины покрытия определяют делением значения массы покрытия на плотность и площадь покрытия
№ 10 — Определение толщины высушенного покрытия на стальных основаниях, подвергнутых дробеструйной обработке	Для высушенных покрытий на магнитных металлических основаниях с шероховатой поверхностью (после дробеструйной обработки)	—	В приборах используют явление магнитной индукции. Измерения можно проводить на месте окрашивания. В некоторых случаях можно также применять метод № 5А или метод № 9

*Погрешности взяты из инструкций соответствующих промышленных приборов.

Примечание — Ряд из указанных в таблице методов можно использовать для измерения толщины свободных пленок.

3 Дополнительная информация

Для каждого конкретного метода измерений, указанного в настоящем стандарте, необходима следующая дополнительная информация, которая должна быть взята из международного стандарта или национального стандарта, или другого документа, касающегося испытываемого материала, или, по возможности, она должна быть предметом договора между заинтересованными сторонами:

- метод нанесения материала на окрашиваемую поверхность и указание количества слоев;
- однослойное покрытие или многослойная лакокрасочная система;
- продолжительность и условия сушки (естественной или горячей), старение покрытий (если имеет место) перед измерением;
- метод измерения толщины покрытия (таблица 1);
- ответственная зона окрашенного образца и, при необходимости, количество измерений.

4 Определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

4.1 **толщина покрытия:** Расстояние между поверхностью покрытия и окрашиваемой поверхностью.

Примечание — Значение толщины покрытия в определенной степени зависит от выбранного метода измерения. Получение точного результата возможно в случае, если окрашиваемая поверхность и поверхность покрытия ровные и гладкие. На практике ни окрашиваемая поверхность, ни поверхность покрытия не бывают ровными. Во многих случаях шероховатость превышает 10 % толщины покрытия. Эта шероховатость влияет на результаты измерений, полученные различными методами. Для каждого метода это влияние имеет свои специфические особенности. Поэтому результаты измерений одного и того же образца, выполненные разными методами, могут значительно отличаться друг от друга. Результаты измерения толщины покрытия следует сопровождать указанием метода измерений, типа использованного прибора и, если известно, погрешности.

4.2 **ответственная часть поверхности:** Часть окрашенного или подлежащего окрашиванию изделия, для которой покрытие играет существенную роль для осуществления рабочих функций и/или придания декоративного вида.

4.3 **контрольный участок:** Участок ответственной части поверхности, в пределах которого должно быть выполнено необходимое количество отдельных измерений.

4.4 **точка измерения:** Место, в котором проводят единичное измерение. В настоящем стандарте точку измерения (место испытания) определяют в зависимости от метода измерения следующим образом:

- для гравиметрических методов (растворения) — место, где покрытие удаляют;
- для методов микроскопического исследования — место, в котором проводят единичное измерение;
- для неразрушающих методов — площадь, занимаемая зондом, или участок поверхности, влияющий на показания прибора.

4.5 **локальная толщина покрытия:** Среднее значение результатов определенного количества измерений, выполненных в пределах данного контрольного участка.

4.6 **наименьшая локальная толщина:** Наименьшее значение локальной толщины на ответственной части поверхности данного изделия.

4.7 **наибольшая локальная толщина:** Наибольшее значение локальной толщины на ответственной части поверхности данного изделия.

4.8 **средняя толщина:** Среднее арифметическое значение результатов испытаний определенного количества измерений локальной толщины, равномерно распределенных по ответственной части покрытия, или результат гравиметрического определения толщины.

4.9 **толщина сырого слоя:** Толщина слоя лакокрасочного материала, измеренная сразу после нанесения.

5 Общие требования

5.1 Основные положения

В настоящем стандарте приведены сведения о количестве и расположении точек измерения при определении толщины лакокрасочного покрытия на стандартных пластинках для испытаний,

подготовленных по ГОСТ 8832. На других окрашиваемых поверхностях и окрашенных изделиях количество и расположение точек измерения должно быть выбрано таким образом, чтобы измерения давали в результате воспроизводимые значения толщины покрытия. Выбор этих условий должен быть предметом договора заинтересованных сторон.

При использовании приборов следует соблюдать инструкции изготовителей.

Приборы следует проверять на воспроизводимость. Регулярно следует проводить калибровку прибора и проверять состояние наконечника датчика.

Следует убедиться в том, что давление наконечника датчика не оказывает значительного влияния на результаты измерений.

5.2 Шероховатость поверхностей

Шероховатость окрашиваемой поверхности влияет на определение толщины покрытия. При использовании оптических методов рекомендуется заранее оговаривать контрольные линии или участки.

В случае использования неразрушающего метода контроля калибровку прибора следует проводить на той же поверхности, которую в окрашенном виде используют для испытания.

Для стальных оснований, прошедших дробеструйную обработку, применяют особые условия (метод № 10).

5.3 Краевой эффект

На показания некоторых приборов влияет присутствие кромок на образце. Существуют приборы, которые можно откалибровать таким образом, что они будут учитывать краевой эффект. Измерения проводят на расстоянии более 25 мм от кромки изделия или образца или на таком расстоянии от кромки, на которое откалиброван прибор.

5.4 Кривизна поверхности

Некоторые приборы чувствительны к кривизне поверхности, поэтому их калибровку надо проводить на поверхностях с такой же кривизной, как у образцов, подлежащих испытанию.

6 Метод № 3 — Измерение толщины высушенного покрытия приборами, использующими механический контакт

Измерения проводят на покрытиях, высушенных до такой степени, что они могут выдержать действие зажимных элементов микрометра или измерительного стержня многооборотного индикатора без образования видимых повреждений.

Этот метод пригоден для плоских окрашенных поверхностей и изделий, а также изделий с круглым сечением (например проволока) и для покрытий, которые можно удалить растворителем или механическим способом.

6.1 Метод № 3А — Измерение толщины покрытия микрометрическим методом

6.1.1 Общая часть

Этот метод позволяет измерять толщину высушенного покрытия средствами измерения с пределом погрешности измерений 5 мкм.

6.1.2 Средства измерений

Любой микрометр, снабженный трещоткой, с пределом погрешности измерения 5 мкм или менее (приложение А).

6.1.3 Порядок проведения испытаний

6.1.3.1 Выбирают точки, в которых должны быть проведены измерения. Точки измерения должны быть свободны от дефектов поверхности и расположены на расстоянии не менее 20 мм от края лакокрасочного покрытия на расстоянии ≈ 50 мм друг от друга.

При работе с большими окрашенными поверхностями количество точке измерения и их расположение по поверхности должно быть таким, чтобы получить достоверные данные, характеризующие толщину покрытия на всей окрашенной площади.

Вокруг каждой точки измерения легким нажимом очерчивают окружность диаметром ≈ 10 мм и ставят рядом порядковый номер.

6.1.3.2 Окрашенный образец закрепляют так, чтобы все испытуемые точки были доступны для измерения микрометром (6.1.2).

6.1.3.3 Микрометр располагают так, чтобы пятка микрометра находилась в соприкосновении с обратной стороной измеряемого образца непосредственно под первой точкой измерения. Медленно вращая барабан микрометрического винта, перемещают измерительный стержень к исходной точке до отказа, при этом измерительный стержень далее не двигается при повороте трещотки.

Отмечают показания микрометра, пользуясь в случае необходимости зеркалом. Вносят результаты измерений в протокол вместе с номером точки измерения.

Ослабляют зажимы, снимают микрометр и повторяют всю процедуру в следующей точке измерения.

6.1.3.4 Осторожно удаляют покрытие в пределах окружности в каждой точке измерения с помощью соответствующего растворителя или механическим способом, стараясь при этом не стереть номер. Для этого испытуемый участок закрывают круглым кусочком фильтровальной бумаги и наносят на него несколько капель соответствующего растворителя.

Измеряют толщину основания, повторив процедуры 6.1.3.2 и 6.1.3.3 для каждой точки измерения.

Примечание — Толщину основания можно измерить до окраски, чтобы потом не нарушать целостности покрытия.

6.1.4 Обработка результатов

6.1.4.1 Вычисляют толщину покрытия в каждой точке измерения путем вычитания показаний, полученных после удаления покрытия, из показаний, полученных до него.

6.1.4.2 Вычисляют среднее арифметическое значение толщины покрытия на испытуемом образце с пределом погрешности 5 мкм или менее (в зависимости от точности микрометра).

6.2 Метод № 3В — Определение толщины покрытий с применением многооборотного индикатора

6.2.1 Общая часть

Этот метод позволяет измерять толщину высушенного покрытия средствами контроля в пределах точности измерения 2 мкм.

6.2.2 Средства измерения

Многооборотный индикатор или любой другой индикатор, предназначенный для линейных измерений, имеющий измерительный стержень для механического контакта с поверхностью изделия, снабженный механическим, оптическим или электронным отсчетным устройством, с точностью измерения в интервале 2 мкм и смонтированный на жестком основании (приложение А).

6.2.3 Порядок проведения испытаний

6.2.3.1 Выбирают точки, в которых должны быть проведены измерения. Точки измерения должны быть свободны от дефектов поверхности и расположены на расстоянии не менее 20 мм от края лакокрасочного покрытия на расстоянии ≈ 50 мм друг от друга.

При работе с большими окрашенными поверхностями количество точек измерения и их расположение по поверхности должно быть таким, чтобы получить достоверные данные, характеризующие толщину покрытия на всей окрашенной площади.

Вокруг каждой точки измерения легким нажимом очерчивают окружность диаметром ≈ 10 мм и ставят рядом порядковый номер.

6.2.3.2 Устанавливают окрашенный образец таким образом, чтобы ни давление измерительного стержня, ни операции по удалению покрытия не вызывали изменения его положения.

Устанавливают индикатор вертикально на образец так, чтобы измерительный стержень оказался над центром первой точки измерения. Осторожно опускают измерительный стержень до плотного соприкосновения с покрытием. Записывают в протокол испытаний показания индикатора и номер точки измерения. Измерительный стержень опускают на покрытие несколько раз, регистрируя показания. Убирают измерительный стержень и удаляют лакокрасочное покрытие в пределах окружности в каждой точке измерения соответствующим растворителем или механическим способом. Для этого испытуемый участок закрывают круглым кусочком толстой фильтровальной бумаги и наносят на него несколько капель соответствующего растворителя.

Осторожно опускают на то же место измерительный стержень до обеспечения плотного контакта с окрашиваемой поверхностью и регистрируют показания. Проводят измерения несколько раз.

6.2.3.3 Повторяют процедуру в каждой точке измерения.

6.2.4 Обработка результатов

6.2.4.1 Вычисляют толщину покрытия в каждой точке измерения путем вычитания показаний, полученных после удаления покрытия, из показаний, полученных до него.

6.2.4.2 Вычисляют среднее арифметическое значение толщины покрытия на испытуемом образце с точностью до 2 мкм.

7 Метод № 6 — Магнитный метод (приложение Б)

7.1 Общая часть

Этот метод относится к разряду неразрушающих и используется для определения толщины немагнитных высушенных покрытий на магнитных металлических основаниях.

7.2 Методы измерения

7.2.1 Метод № 6А — Метод магнитной индукции

Приборы, используемые в этом методе, измеряют сопротивление магнитного потока, проходящего через покрытие и основание.

7.2.2 Метод № 6В — Метод отрыва постоянного магнита

Приборы, используемые в этом методе, измеряют магнитное притяжение между постоянным магнитом и основанием, при этом покрытие влияет на величину магнитного притяжения.

7.3 Калибровка приборов

7.3.1 Общие положения

Перед работой каждый прибор должен быть откалиброван в соответствии с инструкцией по применению с использованием калибровочных эталонов. Для приборов, которые не могут быть откалиброваны, определяют отклонение от номинального значения путем сравнения с калибровочными эталонами и учитывают это отклонение для всех измерений.

В процессе эксплуатации прибора калибровку следует проводить через короткие интервалы времени.

7.3.2 Калибровочные эталоны

Калибровочные эталоны известной и однородной толщины применяют или в виде фольги или пластин, или как окрашенные эталоны с указанными на них значениями толщины, поверенными в соответствии с действующими государственными эталонами.

Калибровочную фольгу обычно изготовляют из подходящих для этого назначения пластических материалов. Поскольку во время измерений такие эталоны подвергают деформации, их следует часто менять.

Поверхностные и магнитные характеристики металла основания окрашенных калибровочных эталонов должны быть подобны аналогичным показателям образца для испытаний.

Толщина основания образца для испытаний и калибровочного эталона должна быть одинаковой, если не превышено критическое значение, указанное в 7.4.2.

7.4 Порядок проведения испытаний

7.4.1 Общая часть

При эксплуатации приборов необходимо следовать инструкциям предприятий-изготовителей.

Проверяют калибровку прибора (7.3) на испытательном стенде перед каждым использованием и через короткие интервалы (не мене одного раза в час), чтобы обеспечить точность измерений.

7.4.2 Толщина металлического основания

Для каждого прибора существует критическое значение толщины основания, выше которого увеличение толщины уже не влияет на результаты измерений.

Проверяют, превышает ли толщина основания образца критическое значение. Если результат отрицательный, наращивают толщину за счет соединения с таким же металлом или получают подтверждение проведения калибровки на калибровочном эталоне такой же толщины и с такими же магнитными свойствами, как у образца для испытаний.

7.4.3 Количество измерений

Учитывая обычный разброс показаний, необходимо проводить несколько измерений на каждом контрольном участке (например три измерения), чтобы получит локальную толщину как среднее арифметическое значение результатов ряда измерений. Количество и распределение контрольных участков может быть предметом обсуждения заинтересованных сторон.

8 Метод № 7 — Метод вихревых токов (приложение В)

8.1 Общая часть

С помощью этого метода, относящегося к разряду неразрушающих, можно определять толщину непроводящих высушенных покрытий на немагнитных металлических основаниях.

8.2 Метод измерения

Вихретоковые приборы работают по принципу образования в системе датчика прибора высокочастотного электромагнитного поля, вызывая вихревые токи в проводнике, на котором располо-

жен датчик, причем амплитуда и фаза этих токов являются функцией толщины непроводящего покрытия, находящегося между проводником и датчиком.

8.3 Калибровка приборов

8.3.1 Общие положения

Перед работой каждый прибор должен быть откалиброван в соответствии с инструкцией по применению с использованием калибровочных эталонов.

В процессе работы калибровку прибора проверяют через короткие интервалы.

8.3.2 Калибровочные эталоны

Калибровочные эталоны известной и однородной толщины применяют в виде фольги или как окрашенные эталоны с указанными на них значениями толщины, поверенными в соответствии с действующими государственными эталонами.

Калибровочную фольгу обычно изготовляют из подходящих для этого назначения пластических материалов. Поскольку во время измерений такие эталоны подвергают деформации, их следует часто менять.

Окрашенные эталоны состоят из непроводящих покрытий известной и равномерной толщины с хорошей адгезией к основанию.

8.4 Порядок проведения испытаний

8.4.1 Общая часть

При эксплуатации приборов необходимо следовать инструкциям предприятий-изготовителей.

Проверяют калибровку прибора (8.3) на испытательном стенде перед каждым использованием и через короткие интервалы (не менее одного раза в час), чтобы обеспечить точность измерений.

8.4.2 Количество измерений

Учитывая обычный разброс показаний, необходимо проводить несколько измерений на каждом контрольном участке (например три измерения), чтобы получить локальную толщину как среднее арифметическое значение результатов ряда измерений. Количество и распределение контрольных участков может быть предметом обсуждения заинтересованных сторон.

9 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать:

- сведения о материале, из которого изготовлено покрытие, подлежащее измерению;
- ссылку на настоящий стандарт;
- дополнительную информацию по разделу 3;
- ссылку на национальный стандарт или другой документ, содержащий информацию по разделу 3;
- результат измерения (отдельные значения толщины и ее среднее значение со стандартным отклонением; можно указать отдельные значения толщины вместе с минимальными и максимальными значениями);
- любое отклонение от стандартной процедуры;
- дату проведения измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Технические характеристики приборов для определения толщины лакокрасочных покрытий

Таблица А.1

Метод измерений	Тип прибора	Диапазон измерений, мм	Погрешность	Предприятие-изготовитель
Микрометрический метод	Микрометр рычажный типа МР	0—25	± 1 мкм	ОАО «Калибр» (г.Москва)
	Микрометр рычажный типа МР	0—25	± 2 мкм	То же
Метод определения толщины с применением многооборотного индикатора	Индикатор многооборотный типа МИГ-1	0—1	1 мкм	ОАО «Калибр» (г.Москва)
	типа МИГ-2	0—2	2 мкм	
Метод вихревых токов	Толщиномер вихретоковый типа ВТ-60Н с микропроцессором	0,005—1,0	$3 + 0{,}2(1000/T_и - 1)$ % ($T_и$ — измеряемое значение толщины покрытия)	МНПО «Спектр» (г.Москва)
	Вихретоковый микропроцессорный толщиномер покрытий типа ВТ-51 НП	0,01—1,999	± (0,03x + 1,0) мкм (x — измеряемое значение толщины покрытия)	То же
Магнитоиндукционный метод	Магнитный микропроцессорный толщиномер покрытий типа МТ-51 НП	0,004—1,999	± (0,03x+1,0) мкм (x — измеряемое значение толщины покрытия)	МНПО «Спектр», (г.Москва)
Магнитоиндукционный метод или метод вихревых токов (в зависимости от датчика)	Прибор измерения геометрических параметров многофункциональный «Константа К5» типа ИДЗШ	0—5,0	Не более 2 %	АО «Константа» (г.Санкт-Петербург)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

Немагнитные покрытия на магнитных основных металлах. Измерение толщины покрытия. Магнитный метод

Б.1 Назначение и область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к применению приборов магнитного типа для неразрушающих измерений толщины немагнитных покрытий (включая стекловидные и фарфоровые эмалевые покрытия) на магнитных основных металлах.

Метод применим только для измерений плоских образцов.

Б.2 Сущность метода

Приборы магнитного типа для измерения толщины покрытия измеряют либо магнитное притяжение между постоянным магнитом и основным металлом с покрытием, либо сопротивление магнитного потока, проходящего через покрытие и основной металл.

Б.3 Факторы, влияющие на точность измерения*

На точность измерения толщины покрытия могут влиять следующие факторы.

Б.3.1 Толщина покрытия

Точность измерения изменяется с толщиной покрытия и зависит от конструкции прибора. Для тонких покрытий — точность постоянна и не зависит от толщины. Для толстых покрытий — точность приблизительно постоянная.

Б.3.2 Магнитные свойства основного металла

Различные магнитные свойства основного металла влияют на точность измерения толщины покрытия магнитным методом. На практике изменения в магнитных свойствах низкоуглеродистых сталей можно считать несущественными. Для того чтобы избежать влияния нескольких или единичных тепловых обработок и холодной обработки, прибор следует калибровать, используя калибровочный эталон с основным металлом с теми же свойствами, что и испытуемый образец или, если возможно, с помощью испытуемого образца перед нанесением покрытия.

Б.3.3 Толщина основного металла

Для каждого прибора существует критическая толщина основного металла, выше которой увеличение толщины не влияет на точность измерения. Так как критическая толщина зависит от датчика прибора и природы основного металла, ее значение определяют экспериментально, если она не оговорена изготовителем.

Б.3.4 Краевой эффект

Метод чувствителен к резким изменениям контура поверхности испытуемого образца. Измерения, проводимые слишком близко к кромке или с внутренней стороны углубления, не будут достоверными, если прибор не откалиброван специально для таких измерений. Краевой эффект может распространяться на расстояние до 20 мм от края образца в зависимости от прибора.

Б.3.5 Кривизна

На измерения оказывает влияние кривизна поверхности испытуемого образца. Влияние кривизны поверхности на точность измерения зависит в большой степени от модели и типа прибора, но всегда увеличивается с уменьшением радиуса кривизны. Приборы с двухполюсными датчиками могут давать разные показания, если их полюса в плоскостях параллельны или перпендикулярны к оси цилиндрической поверхности. Подобный эффект можно получить и с однополюсным датчиком с неравномерно стертым наконечником.

Измерения, проводимые на изогнутых испытуемых образцах, требуют специальной калибровки прибора.

Б.3.6 Шероховатость поверхности

Если повторные измерения, сделанные на шероховатой поверхности по ГОСТ 2789, в пределах стандартного образца существенно различаются, необходимо число измерений увеличить, по крайней мере, до 5.

Б.3.7 Направление механической обработки основного металла

На измерения, проводимые на приборах, имеющих двухполюсный датчик или неравномерно изношенный однополюсный датчик, может оказывать влияние направление механической обработки магнитного основного металла (например проката), при этом показания прибора меняются в зависимости от ориентации датчика на поверхности.

Б.3.8 Остаточный магнетизм

Остаточный магнетизм основного металла влияет на точность измерения приборами, работающими по принципу постоянного магнитного поля. Влияние остаточного магнетизма на точность измерения значительно меньше в том случае, когда измерения проводят приборами, работающими по принципу переменного магнитного поля (Б.5.7).

Б.3.9 Магнитные поля

Сильные магнитные поля, создаваемые различными типами электрооборудования, могут быть серьезной помехой при работе магнитных приборов, использующих постоянное магнитное поле (Б.5.7).

---

*В настоящем стандарте измерения проводят с той же точностью, с какой откалиброван прибор.

Б.3.10 Посторонние частицы

Датчики приборов должны обеспечивать физический контакт с испытуемой поверхностью. Так как эти приборы чувствительны к инородным частицам, мешающим непосредственному контакту между датчиком и поверхностью покрытия, наконечник датчика следует проверять на чистоту.

Б.3.11 Проводимость покрытия

Некоторые магнитные приборы работают в частотах 200—2000 Гц. В этих частотах в толстых хорошо проводящих покрытиях возникают вихревые токи, которые могут влиять на показания прибора.

Б.3.12 Давление датчика

Полюсы испытательного датчика приходится применять при постоянном, но довольно высоком давлении, но при этом не должно происходить деформации покрытия, даже если материал покрытия мягкий. Мягкие покрытия можно покрывать фольгой, толщину фольги вычитают из результатов испытания. Такое решение является также необходимым при измерении толщины фосфатных покрытий.

Б.3.13 Направление датчика

На показания приборов, работающих по принципу магнитного притяжения, может влиять направление магнита по отношению к гравиметрическому полю земли. Работа датчика прибора с горизонтальной или вертикальной ориентацией требует дифференцированной калибровки. Без этой калибровки работа невозможна.

Б.4 Калибровка приборов

Б.4.1 Общие положения

Перед работой каждый прибор следует калибровать в соответствии с инструкциями изготовителя, применяя соответствующие калибровочные эталоны, или сравнением измерений толщины, сделанных на отобранных испытуемых образцах магнитным методом, установленным настоящим стандартом, относительно специального покрытия. Для приборов, которые не могут быть откалиброваны, отклонение от номинального значения определяют сравнением с калибровочными эталонами и принимают во внимание при всех измерениях.

Во время работы следует часто проверять калибровку прибора. Следует обратить внимание на факторы, перечисленные в разделе Б.3, и на методику, указанную в разделе Б.5.

Б.4.2 Калибровочные эталоны

В качестве калибровочных эталонов одинаковой толщины применяют либо прокладки или фольгу, либо эталоны с покрытием.

Б.4.2.1 Калибровочная фольга

Примечание — В этом пункте слово «фольга» применяют для обозначения немагнитной металлической или неметаллической фольги или прокладки.

Из-за трудности в обеспечении достаточного контакта фольга обычно не рекомендуется для калибровки приборов, работающих по принципу магнитного притяжения. Ее можно применять для калибровки других типов приборов. Фольга имеет преимущества при калибровке на изогнутых поверхностях и в этих случаях более применима, чем эталоны с покрытием.

Для предотвращения ошибок при измерении необходимо установить плотный контакт между фольгой и основным металлом. По возможности следует избегать упругой фольги.

Калибровочная фольга деформируется и поэтому ее следует часто заменять.

Б.4.2.2 Эталоны с покрытием

Эталоны с покрытием состоят из покрытий известной и одинаковой толщины, прочно связанных с основным металлом.

Б.4.3 Контроль

Б.4.3.1 Шероховатость поверхности и магнитные свойства основного металла калибровочных эталонов должны быть аналогичны шероховатости и свойствам испытуемого образца. Для подтверждения их соответствия рекомендуется сравнить показания, полученные на основном металле испытуемого образца, и калибровочного эталона без покрытий.

Б.4.3.2 В некоторых случаях калибровку прибора проверяют, поворачивая датчик до 90° (Б.3.7 и Б.3.8).

Б.4.3.3 Толщина основного металла испытуемого образца и калибровочного эталона должна быть одинаковой, если критическая толщина, указанная в Б.3.3, не завышена.

Толщина основного металла калибровочного эталона и испытуемого образца должна быть достаточной для того, чтобы показания прибора не зависели от толщины основного металла.

Б.4.3.4 Если кривизна поверхности покрытия, предназначенная для измерения, мешает калибровке на плоской поверхности, кривизна калибровочного эталона или основного металла, на который помещают калибровочную фольгу, должна быть одинаковой с испытуемым образцом.

Б.5 Методика проведения измерения

Б.5.1 Общие положения

Каждый прибор должен работать в соответствии с инструкциями изготовителя. Особое внимание следует уделять факторам, перечисленным в разделе Б.3.

Калибровку приборов следует проводить по плану испытания (раздел Б.4) каждый раз перед использованием прибора и через частые интервалы времени во время работы.

Следует соблюдать меры предосторожности.

Б.5.2 Толщина основного металла

Проверяют, не превышает ли толщина основного металла критическую толщину. Если не превышает, используют метод, указанный Б.4.3.2, либо обеспечивают проведение калибровки на калибровочном эталоне, имеющем ту же толщину и магнитные свойства, что и испытуемый образец.

Б.5.3 Краевой эффект

Измерения не следует проводить близко к краю, отверстию, внутри угла испытуемого образца, если прибор специально не калиброван для такого измерения.

Б.5.4 Кривизна

Измерения не следует проводить на искривленных поверхностях испытуемого образца, если прибор специально не калиброван для таких измерений.

Б.5.5 Число измерений

Принимая во внимание влияние различных факторов на показания приборов, необходимо сделать несколько измерений в каждой точке измеряемой поверхности по ГОСТ 8.362. Местные отклонения в толщине покрытий требуют проведения нескольких измерений на эталонной площади; это особенно относится к шероховатой поверхности. Приборы, работающие по принципу магнитного притяжения, чувствительны к вибрации, поэтому завышенные результаты измерения не должны учитываться.

Б.5.6 Направление механической обработки

Если направление механической обработки оказывает сильное влияние на показания, измерения на испытуемых образцах должны проводиться датчиком в том же направлении, что и в процессе калибровки. Если это невозможно, следует сделать четыре измерения на той же измеряемой площади поверхности при вращении датчика до 90°.

Б.5.7 Остаточный магнетизм

При наличии остаточного магнетизма в основном металле необходимо при использовании двухполюсного прибора с постоянным магнитным полем проводить измерения в двух направлениях, отличающихся на 180°.

Для того чтобы получить достоверные результаты, необходимо размагнитить испытуемый образец.

Б.5.8 Очистка поверхности

Перед измерениями толщины поверхность образца должна быть очищена от грязи, жира, продуктов коррозии без нарушения целостности покрытия. Следует избегать измерений толщины покрытия на участках с видимыми дефектами, которые удаляются с трудом: остатки флюса от пайки или сварки, пятна от кислоты, окалина, окислы.

Б.5.9 Свинцовые покрытия

Свинцовые покрытия могут прилипать к магниту прибора, работающего по принципу магнитного притяжения. Применение очень тонкой масляной пленки улучшит воспроизводимость измерений, при этом остатки масла следует вытереть так, чтобы поверхность была практически сухой при измерениях. Не следует применять масло на других покрытиях, кроме свинцовых.

Б.5.10 Технический персонал

Полученные результаты могут зависеть от квалификации оператора. Давление на датчик или скорость приложения балансирующей нагрузки на магнит у разных людей различна. Такие воздействия могут быть снижены или сведены к минимуму при использовании прибора, калиброванного тем же оператором, который проводит измерение, или при использовании датчиков с постоянным давлением. В тех случаях, когда не используют датчики с постоянным давлением, необходимо применение измерительного прибора.

Б.5.11 Расположение датчика

Датчик прибора должен располагаться перпендикулярно к испытуемой поверхности образца в точке измерения. Для приборов, основанных на измерении силы притяжения, это является существенным. Для других приборов желательно слегка наклонить датчик и выбрать минимальный угол наклона. Если на гладкой поверхности полученные результаты существенно зависят от угла наклона, вероятно, датчик изношен и требует замены.

В случае, если прибор, работающий по принципу силового притяжения, применяют в горизонтальном или вертикальном положении, его следует калибровать для каждого положения отдельно.

Б.6 Точность измерения

Прибор должен быть откалиброван так, чтобы толщину покрытия можно было измерить с точностью до 10 % действительной толщины или с точностью в пределах ± 1,5 мкм, в зависимости от того, что является оптимальным (раздел Б.4). Этот метод может быть очень точным.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(рекомендуемое)

Токонепроводящие покрытия на металлах с немагнитной основой. Измерение толщины покрытия. Метод вихревых токов (токи Фуко)

В.1 Назначение и область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод применения вихретоковых приборов для неразрушающего измерения толщины токонепроводящего покрытия на металлах с немагнитной основой. Настоящий метод также применяют для измерения толщины большинства оксидных покрытий, получаемых в процессе анодной обработки.

В.2 Сущность метода

Приборы с токами Фуко работают по принципу образования в системе датчика прибора высокочастотного электромагнитного поля, вызывая токи Фуко в проводнике, на котором расположен датчик; амплитуда и фаза этих токов соответствуют толщине токонепроводящего покрытия, расположенного между проводником и датчиком.

В.3 Факторы, влияющие на точность измерения

В.3.1 Толщина покрытия

Для метода характерны измерения с различной точностью. Для тонких покрытий точность (в абсолютных пределах) постоянна, не зависит от толщины покрытия и для единичного измерения составляет около 0,5 мкм. Для покрытий толщиной свыше 25 мкм погрешность измерения составляет приблизительно постоянную часть толщины покрытия.

В том случае, если толщина покрытия 5 мкм или менее, рекомендуется взять среднее из нескольких измерений. Иногда невозможно достигнуть точности, указанной в разделе В.6, для покрытия толщиной менее 3 мкм.

В.3.2 Электрические свойства основного металла

На измерения токами Фуко влияет электропроводность основного металла, которая зависит от химического состава и термической обработки.

Влияние электропроводности на измерение зависит от конструкции и типа прибора.

В.3.3 Толщина основного металла

Для каждого прибора существует критическая толщина основного металла, выше которой увеличение толщины основы не влияет на измерения. Так как толщина основы и электропроводность влияют на точность измерения, значение критической толщины следует определить экспериментально, если она не указана изготовителем.

Для данной измеряемой частоты чем выше электропроводность основного металла, тем меньше ее критическая толщина. Для данного основного металла чем выше измеряемая частота, тем меньше критическая толщина основного металла.

В.3.4 Краевой эффект

Приборы для измерения токами Фуко чувствительны к резким изменениям конфигурации испытуемого образца. Потому измерения, проводимые близко к краю или выступу, требуют специальной калибровки прибора.

В.3.5 Кривизна

На измерения влияет кривизна испытуемого образца. Влияние кривизны зависит от конструкции и типа прибора, всегда становится более четко выраженным с уменьшением радиуса кривизны на искривленных образцах и требует специальной калибровки прибора.

В.3.6 Шероховатость поверхности

На измерения влияет шероховатость поверхности основного металла и покрытия. Шероховатые поверхности могут вызвать как систематические, так и случайные ошибки. Ошибки можно уменьшить проведением большого числа измерений. Каждое измерение проводят на различных участках.

В случае, если основа металла шероховатая, необходимо установить нулевое значение прибора в различных точках непокрытой поверхности основного металла. Если нет аналогичного основного металла, покрытие на испытуемом образце следует снять раствором, который не повреждает основного металла.

В.3.7 Инородные частицы

Измерение токами Фуко требует физического контакта с испытуемой поверхностью, поэтому эти приборы чувствительны к инородному материалу, который препятствует установлению прочного контакта между датчиком и поверхностью покрытия. Наконечник датчика следует проверять на чистоту.

В.3.8 Давление датчика

Давление, с которые накладывают датчик на испытуемый образец, влияет на показания прибора и поэтому его следует поддерживать постоянным. Этого можно достичь применением соответствующего зажимного приспособления.

В.3.9 Положение датчика

Чувствительность прибора меняется с наклоном датчика, поэтому датчик всегда должен быть установлен перпендикулярно к испытуемой поверхности в точке измерения. Этого можно достичь применением соответствующего зажимного приспособления.

В.3.10 Деформация испытуемых образцов

Испытуемые образцы с мягкими покрытиями или тонкие испытуемые образцы могут деформироваться под действием датчика. Измерения таких испытуемых образцов могут быть невозможными и могут быть выполнены только с использованием датчиков и зажимных устройств.

В.3.11 Температура датчика

Так как колебания температуры влияют на характеристики датчика, его следует применять при тех же температурных условиях, что и при калибровке.

В.4 Калибровка приборов

В.4.1 Общие положения

Перед измерением каждый прибор следует калибровать в соответствии с инструкциями изготовителя, применяя соответствующие калибровочные эталоны.

Следует обратить внимание на факторы, перечисленные в разделе В.3, и методику проведения испытаний, приведенную в разделе В.5.

В.4.2 Калибровочные эталоны

Калибровочные эталоны известной толщины используют в виде фольги или образцов с покрытием.

В.4.2.1 Калибровочная фольга

В.4.2.1.1 Калибровочную фольгу, применяемую для калибровки приборов, как правило, изготовляют из соответствующих пластических материалов. Калибровочная фольга является более эффективной и пригодной для калибровки искривленных поверхностей, чем использование эталонов с покрытием.

В.4.2.1.2 Для предотвращения ошибок при измерении необходимо поддерживать контакт, установленный между фольгой и основным металлом. Не следует использовать эластичные виды фольги.

При калибровке по фольге образуются вдавленности, поэтому фольгу, по возможности, надо менять.

В.4.2.2 Эталоны с покрытием

Эталоны с покрытием состоят из токонепроводящих покрытий известной равномерной толщины, прочно сцепленных с основным металлом.

В.4.3 Контроль

В.4.3.1 Основа калибровочных эталонов должна иметь те же электрические свойства, что и основной металл испытуемого образца. Для подтверждения соответствия калибровочных эталонов рекомендуется сравнение показаний, полученных на основном металле непокрытого калибровочного эталона, и испытуемого образца.

В.4.3.2 В случае, если толщина основного металла превышает критическую толщину, она не влияет, как указано в В.3.3, на измерении толщины. В том случае, если толщина основного металла не превышает критическую толщину, она должна быть, по возможности, одинаковой. Если это невозможно, калибровочный эталон или испытуемый образец следует покрыть на соответствующую толщину металлом с аналогичными электрическими свойствами, чтобы показания прибора не зависели от толщины основного металла. При этом покрытие на калибровочном эталоне или испытуемом образце должно быть на одной стороне, и между основным и покрывающим металлом не должно быть никакого зазора.

В.4.3.3 В случае, если кривизна измеряемого покрытия мешает калибровке на плоской поверхности, кривизна эталона с покрытием или основы, покрытой калибровочной фольгой, должна совпадать с кривизной испытуемого образца.

В.5 Методика проведения испытания

В.5.1 Общие положения

Каждый прибор используют в соответствии с инструкциями изготовителя, уделяя внимание факторам, перечисленным в разделе В.3.

Калибровку прибора следует проверять перед испытанием и через короткие промежутки времени (не менее одного раза в час).

Следует соблюдать меры предосторожности.

В.5.2 Толщина основного металла

Проверяют, превышает ли толщина основного металла критическую толщину. Если не превышает, то необходимо применить метод, указанный в В.4.3.2, или удостовериться в том, что калибровка проведена на калибровочном эталоне с той же толщиной и электрическими свойствами, что испытуемый образец.

В.5.3 Краевой эффект

Измерения не должны проводиться близко к краю, отверстию, внутреннему углу образца и т. д., если прибор специально не калиброван для таких измерений.

В.5.4 Кривизна

Измерения не следует проводить на искривленных поверхностях испытуемого образца, если прибор специально не калиброван для таких измерений.

В.5.5 Количество измерений

Для нормального измерения прибора необходимо снять несколько показаний в каждой точке. Местные колебания толщины покрытия также требуют, чтобы на определенной площади было проведено несколько измерений, это особенно относится к шероховатым поверхностям.

В.5.6 Чистота поверхности

Перед проведением измерений необходимо удалить с поверхности любые посторонние вещества, такие как грязь, пыль, продукты коррозии, не повреждая материал покрытия.

В.6 Требования к точности измерений

Прибор должен быть откалиброван так, чтобы можно было определить толщину покрытия с погрешностью измерения ± 10 % действительной толщины. При измерении толщины покрытия менее 5 мкм рекомендуется выбирать среднее показание. Такую точность для покрытий толщиной менее 3 мкм получить невозможно.

ОКС 25.220.60 Л19 ОКСТУ 2309

Ключевые слова: лакокрасочные материалы, покрытия, определение толщины, термины и определения, методы измерений, микрометрический метод, многооборотный индикатор, магнитные методы, токи Фуко, технические характеристики приборов

СОДЕРЖАНИЕ

ГОСТ 4.54—79	Система показателей качества продукции. Покрытия полимерные защитные изолирующие, локализирующие, дезактивирующие и аккумулирующие. Номенклатура показателей	3
ГОСТ 4.86—83	Система показателей качества продукции. Покрытия полимерные защитные дезактивируемые. Номенклатура показателей	8
ГОСТ 9.032—74	Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения	11
ГОСТ 9.104—79	Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы условий эксплуатации	24
ГОСТ 9.105—80	Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Классификация и основные параметры методов окрашивания	26
ГОСТ 9.401—91	Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов	41
ГОСТ 9.402—2004	Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию	99
ГОСТ 9.405—83	Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Метод определения режима горячей сушки	142
ГОСТ 9.407—84	Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида	150
ГОСТ 23852—79	Покрытия лакокрасочные. Общие требования к выбору по декоративным свойствам	158
ГОСТ 9.406—84	Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия органосиликатные. Технические требования и методы испытаний	172
ГОСТ 9.410—88	Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия порошковые полимерные. Типовые технологические процессы	176
ГОСТ 19465—74	Покрытия полимерные защитные для улучшения радиационной обстановки. Термины и определения	200
ГОСТ 27891—88 (ИСО 4624—78)	Покрытия полимерные защитные изолирующие, локализирующие, дезактивирующие и аккумулирующие. Метод определения качества снимаемости	206
ГОСТ Р 51102—97	Покрытия полимерные защитные дезактивируемые. Общие технические требования	210
ГОСТ Р 51694—2000 (ИСО 2808—97)	Материалы лакокрасочные. Определение толщины покрытия	221

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ И ОРГАНИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ

Защита от коррозии

БЗ 4—2004

Редактор *Р.Г. Говердовская*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 02.11.2005. Подписано в печать 14.12.2005. Формат 60 × 84$^{1}/_{8}$. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать офсетная. Усл. печ.л. 27,90. Уч.-изд.л. 23,90. Тираж 650 экз. Изд. № 3378/2. С 2239. Зак. 1612.

ФГУП «Стандартинформ», 123995 Москва, Гранатный пер., д. 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «Стандартинформ» на ПЭВМ
Отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru