

SSPC: Общество специалистов защитным покрытиям

СТАНДАРТ ПО НАНЕСЕНИЮ КРАСКИ № 2

Измерение толщины сухого покрытия с помощью магнитных приборов

1. Объем работ

1.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ: Настоящий стандарт распространяется на процедуру измерения толщины сухой пленки немагнитных покрытий, нанесенных на магнитные подложки, с помощью доступных магнитных приборов. Процедура, описанная в настоящем стандарте, предназначена для использования в качестве дополнения к инструкциям производителя, изложенным в руководстве по эксплуатации приборов, и не может их заменить.

1.2 Процедура калибровки и измерения применима к приборам двух типов: магнитоотрывным (Тип 1) и магнитостатическим (Тип 2).

1.3 В настоящем стандарте описана процедура определения того, соответствует ли толщина пленки на обширном участке допустимому минимальному и максимальному значению.

2. Описание и применение

2.1 ОПРЕДЕЛЕНИЯ:

2.2.1 Показание прибора: Единичное показание в одной точке.

2.2.2 Точечное измерение: Среднее значение, как минимум, трех показаний, снятых в пределах окружности диаметром 1.5 дюйм (4 см).

2.2 ОПИСАНИЕ ПРИБОРОВ:

2.2.1 Типы приборов: Тип прибора определяется в зависимости от специфических магнитных свойств, участвующих в измерении, а не по способу снятия показаний, т.е. цифровой или аналоговый. Настоящий стандарт не охватывает приборы, которые регистрируют вихревые потоки, наводимые в подложке.

2.2.2 Тип 1 – Магнитоотрывные приборы: магнитоотрывные приборы работают по принципу измерения силы отрыва постоянного магнита от контролируемой окрашенной поверхности с помощью нелинейной калиброванной шкалы.

- **Тип 1А** – Магнит закреплен на одном конце удлиненного изогнутого уравнивающего корпуса и соединен со спиральной пружиной. При вращении кольца лимба увеличивается сила отрыва магнита, в результате чего происходит отрыв. Прибор типа 1 А часто называют «бананом».
- **Тип 1В** – Магнит смонтирован либо непосредственно на спиральной пружине, либо

связан с ней. Пружина действует перпендикулярно к контролируемой поверхности. Прибор типа 1В обычно называют «карандаш».

2.2.3 Тип 2 – Магнитостатические приборы: Датчик (преобразователь) магнитостатических приборов во время измерения создает постоянное давление на окрашенную поверхность. Толщина покрытия определяется в результате преобразования опорного сигнала с помощью микропроцессора (см. 8.1).

2.3 ПРИМЕНЕНИЕ НАСТОЯЩЕГО СТАНДАРТА: Настоящий стандарт включает следующую информацию:

- Процедура калибровки, поверки и измерения (Раздел 4)
- Количество измерений для проверки соответствия толщины контролируемой поверхности требованиям технических условий (Раздел 5).
- Замечания о принципах работы приборов и факторах, влияющих на точность показаний (Раздел 8)
- Пример расчета числового значения толщины на протяженном участке (Приложение 1)
- Примеры проверки правильности калибровки приборов типа 2 с помощью пластмассовых образцов для калибровки (Приложение 2).

3. Нормативные ссылки

3.1 Документы и стандарты, которые упоминаются в настоящем стандарте, приведены в разделе 3.4 настоящего стандарта и являются частью настоящего стандарта.

3.2 Выпуск, редакция или поправка к нормативному документу, действующая на момент приглашения к участию в конкурсе, считается руководящей до указания иного.

3.3 В случае возникновения разногласий между требованиями любого из упомянутых документов и настоящим стандартом, требования настоящего стандарта являются определяющими.

3.4 СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ИНСТИТУТА СТАНДАРТОВ И ТЕХНОЛОГИЙ (NIST) (См. Раздел 8.15).

4. Процедура калибровки, проверки и измерения

4.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ:

4.1.1 Доступ к неокрашенной подложке: Такие факторы как неровность, форма, толщина и химический состав подложки в некоторой степени влияют на показания всех приборов. Чтобы избежать влияния этих факторов, рекомендуется обеспечить доступ к неокрашенным участкам поверхности. В качестве альтернативы, можно использовать отдельные неокрашенные контрольные пластины с таким же состоянием поверхности, такой же формы и химического состава, что и контролируемая поверхность. Такие контрольные пластины могут использоваться в качестве неокрашенной подложки для выполнения процедур, описанных в Разделе 4.2 и 4.3. Размер контрольных пластин должен исключить возникновение так называемого «краевого эффекта» (Смотри раздел 8.7).

Измерения на неокрашенной подложке можно выполнять еще до окрашивания. Если краска уже нанесена на всю поверхность, небольшие участки можно очистить от краски, а позднее восстановить покрытие. Во время восстановления покрытия не допускается изменять состояния подложки. Для сохранения шероховатости необходимо использовать растворители.

4.1.2 Точечное измерение: Показания прибора, снятые друг за другом, могут значительно различаться из-за небольших неровностей поверхности, даже если они были сняты близко друг от друга. Поэтому для каждого точечного измерения, как на подложке, так и на краске, следует снять, как минимум, три (3) показания в пределах окружности диаметром 1.5 дюйма (4 см), который и определяет точку. Необычно высокие и необычно низкие показания прибора, повторяемость которых маловероятна, следует отбросить. Результатом точечного измерения является среднее значение трех допустимых показаний прибора.

4.2 КАЛИБРОВКА, ПРОВЕРКА И ИЗМЕРЕНИЕ: ТИП 1 - МАГНИТООТРЫВНЫЕ ПРИБОРЫ

4.2.1 Для приборов типа 1 рекомендуемыми образцами для калибровки являются пластины с немагнитным покрытием известной толщины, которые отвечают требованиям соответствующего национального стандарта (Смотри раздел 8.15). Размер образцов должен обеспечивать превышение критической массы стали, что необходимо для создания магнитного поля для магнитов приборов типа 1 (магнитоотрывные). Образцы для калибровки из пластмассы или немагнитных металлов, которые применяют для калибровки приборов типа 2 (магнитостатических), не следует использовать для калибровки приборов типа 1. В случае разногласий между требованиями настоящего стандарта и рекомендациями производителя, которые допускают использование пластмассовых или немагнитных пластин для калибровки приборов типа 1, обе Стороны договора должны знать об этом и согласовать способ калибровки.

При использовании собственных образцов для калибровки Стороны должны согласовать это между собой до начала работ.

4.2.2 При помощи приборов типа 1 (магнитоотрывных) выполнить измерение толщины покрытия на серии образцов для калибровки, толщина которых находится в ожидаемом диапазоне толщин краски. Чтобы избежать неточностей в показаниях

прибора, необходимо перепроверять прибор в начале и в конце каждой рабочей смены на одном или нескольких стандартных образцах. В течение рабочей смены в случае падения прибора или при возникновении сомнений в точности показаний прибора, следует провести повторную калибровку прибора. Записать данные и способ, который использовался для калибровки прибора. Если в конце смены обнаруживается, что калибровка прибора нарушена, все измерения, сделанные с момента последней калибровки, подвергают сомнению.

4.2.3 Если настройка прибора перестала соответствовать стандартному значению, необходимо проверить чистоту контактной поверхности датчика. Если поверхность датчика загрязнена, необходимо ее очистить, как описано в разделе 8.5.1. Если и после этого показания прибора не соответствуют стандартным значениям, его необходимо отремонтировать или заменить. Некоторые приборы можно настроить на стандартные значения в пределах конкретного диапазона толщин. Сначала необходимо настроить прибор на корректную работу в пределах данного диапазона значений. Затем проверить прибор по нелинейной шкале. Все регулируемые параметры - линейны по природе. Следовательно, после настройки только данный участок шкалы может давать точные показания.

4.2.4 Выполните измерение в нескольких точках неокрашенной подложки для получения среднего показательного значения. Эта средняя величина будет являться толщиной основного металла (BMR). Учтите, что прибор не следует калибровать на неокрашенной подложке.

4.2.5 Выполните измерение на сухой пленке в количестве точек, определенном в Разделе 5.

4.2.6 Для получения значения толщины покрытия необходимо вычесть толщину основного металла из значения, снятого на сухой пленке.

4.3 КАЛИБРОВКА, ПРОВЕРКА И ИЗМЕРЕНИЯ: ТИП 2 - (МАГНИТОСТАТИЧЕСКИЕ)

4.3.1 Различные производители приборов типа 2 применяют различные способы калибровки или настройки своих приборов. Прибор следует подвергать калибровке согласно инструкциям производителя.

4.3.2 Правильно откалиброванным прибором измерить толщину на сухой пленке (Смотри раздел 4.1.2).

4.3.3 Проверку калибровки прибора следует производить в начале и конце каждой рабочей смены на одном или двух образцах (смотри Приложение 2). В течение рабочей смены в случае падения прибора или при возникновении сомнений в точности показаний прибора, следует провести повторную калибровку прибора. При необходимости по согласованию Сторон можно с самого начала оговорить способ и частоту проверки или калибровки. Записать данные и способ, который использовался для калибровки прибора. Если в конце смены обнаруживается, что калибровка прибора нарушена, все измерения, сделанные с момента последней калибровки, подвергают сомнению.

5. Количество измерений для проверки соответствия толщины техническим условиям

5.1 КОЛИЧЕСТВО ИЗМЕРЕНИЙ: На каждых 10 м² (100 кв. футов) контролируемой поверхности следует сделать пять (5) выборочных точечных измерений (найти среднее значение, см. Раздел 4.2.2). По согласованию сторон на выбранном участке можно выполнить более пяти (5) точечных измерений (см. раздел 5.3). На каждых 10 м² (100 кв. футов) контролируемой площади пять точечных измерений выполняются следующим образом:

5.1.1 Для конструкций, площадь которых не превышает 30 м² (300 кв. футов), необходимо сделать измерения на каждом участке в 10 м² (100 кв. футов).

5.1.2 Для конструкций, площадь которых не превышает 100 м² (1000 кв. футов), необходимо случайно выбрать и провести измерения на трех участках в 10 м² (100 кв. футов).

5.1.3 Для конструкций, площадь которых превышает 100 м² (1000 кв. футов), первые 100 м² (1000 кв. футов) измеряют в соответствии с положениями пунктов 5.1.2 и 5.2.2, на каждом из последующих 100 м² (1000 кв. футов) или на оставшемся отрезке производят одно измерение на случайно выбранном участке площадью 10 м² (100 кв. футов)

5.1.4 Если толщина сухой пленки на любом из участков в 10 м² (100 кв. футов) (см. пункты 5.1.2 и 5.1.3) не соответствует требованиям Раздела 5.2.1, то для выявления несоответствующего участка проводят дополнительные измерения.

5.2 ДОПУСТИМАЯ ТОЛЩИНА: Для каждого покрытия устанавливают допустимую максимальную и минимальную толщину. Если максимальная толщина в прямой форме не установлена, то допустимой толщиной считается минимальная.

5.2.1 Минимальная толщина: Среднее значение пяти точечных измерений на каждых 10 м² (100 кв. футов) не должно быть меньше минимально допустимой толщины. Ни одно точечное измерение на любом участке площадью 10 м² (100 кв. футов) не должно быть меньше 80% минимально допустимой толщины. Показания любого прибора могут превышать минимальный предел и на большую величину. Если среднее значение всех точечных измерений на данных 10 м² (100 кв. футов) больше или равно минимально допустимой толщине, при этом значение одного или более показаний в составе среднего составляет менее 80% минимально допустимой толщины, для выявления несоответствующего участка можно провести дополнительные измерения (См. Приложение 1).

5.2.2 Максимальная толщина: Среднее значение пяти точечных измерений на каждых 10 м² (100 кв. футов) не должно превышать значение максимально допустимой толщины. Ни одно точечное измерение на любом участке площадью 10 м² (100 кв. футов) не должно превышать 120% максимально допустимой

толщины. Показания любого прибора могут превышать максимальный предел и на большую величину. Если среднее значение всех точечных измерений на данных 10 м² (100 кв. футов) меньше или равно максимально допустимой толщине, при этом значение одного или более показаний в составе среднего превышает 120% максимально допустимой толщины, для выявления несоответствующего участка можно провести дополнительные измерения. Чтобы установить, можно ли допускать превышение максимальной толщины при определенных обстоятельствах, следует обратиться к документации производителя.

5.3 Другая площадь контролируемых участков или иное количество точечных измерений определено в закупочных документах и зависит от размера и формы контролируемых конструкций.

6. Погрешность

6.1 Чтобы удовлетворять требованиям настоящего стандарта погрешность магнитного прибора должна составлять не более $\pm 10\%$. Для покрытий толщиной менее 25 μm (1 мил) погрешность прибора должна быть не более $\pm 2.5 \mu\text{m}$ (0.1 мил).

7. Отказ от ответственности

7.1 Хотя были приняты все меры для обеспечения точности, полноты и полезности информации, собранной в стандартах и технических условиях SSPC, Совет SSPC не может взять на себя ответственность или отвечать за последствия использования материалов, покрытий или методик, описанных в настоящем стандарте, технических условиях или самом стандарте.

8. Примечания

Примечания не являются требованиями настоящего стандарта.

8.1 ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ МАГНИТНЫХ ПРИБОРОВ: Все вышеописанные приборы могут определять и отображать величину расстояния между стальной магнитной поверхностью и небольшим скругленным участком магнита или датчика, который соприкасается с верхним слоем покрытия. Измеренное расстояние берется с поправкой на толщину сторонних пленок или другие дефекты стальной поверхности, которые препятствуют получению точных показаний. Поправка берется в соответствии положениями Раздела 4.2 для приборов типа 1 и в соответствии с инструкциями производителя для приборов типа 2.

8.1.1 В приборах типа 1 (магнитоотрывные) для отрыва небольшого постоянного магнита от окрашенной стальной поверхности используется пружинный механизм. Сила притягивания магнита к поверхности как нелинейная функция изменяется обратнопропорционально расстоянию между магнитом и стальной поверхностью, т.е. толщиной сухой пленки (плюс толщиной других имеющихся пленок).

В приборах типа 1А «банан» отрыв постоянного магнита от поверхности происходит при помощи спиральной пружины. Встроенный в большинство «бананов» механизм балансировки делает поправку на

вертикальное, горизонтальное и потолочное положение, в результате повторная калибровка при измерении положения в пространстве не требуется.

В приборах типа 1В «карандаш» калиброванная спиральная пружина замеряет силу, необходимую для отрыва постоянного магнита от поверхности. Вследствие гравитационного эффекта такие приборы нужно подвергать повторной калибровке при измерении положения в пространстве, например: показания прибора, откалиброванного на горизонтальной поверхности, будут неточными при измерении на вертикальной поверхности. Некоторые приборы снабжены тремя отдельными индикаторами для поправки на вертикальное, горизонтальное или потолочное положение. Точность приборов типа 1В обычно ниже точности приборов типа 1А. Нормально, приборы типа 1 не перенастраивают и не переустанавливают перед началом каждой новой серии измерений.

Пластмассовые образцы для калибровки или пластины из немагнитных металлов, разрешенные для калибровки приборов типа 2 (магнитостатические), нельзя использовать для калибровки приборов типа 1. Такие образцы обычно неровные и изогнутые, и даже на ровных стальных испытательных поверхностях они неплотно прилегают к поверхности. При калибровочных замерах с помощью всех приборов типа 1 в точке отрыва образцы часто отскакивают от стальной поверхности, слишком быстро поднимая магнит, что приводит к получению неточных результатов.

8.1.2 Действие приборов типа 2 (магнитостатические) основано на двух принципах. В одних приборах типа 2 используется постоянный магнит. При приближении магнита к стальной поверхности увеличивается напряженность магнитного поля в цепи магнита. Толщину покрытия можно определить, измерив величину изменения напряженности магнитного поля, которая зависит от расстояния между магнитом и стальной поверхностью. Наиболее распространенным способом измерения напряженности магнитного поля является измерение с помощью элементов на эффекте Холла и магниточувствительных элементов. Однако показания таких элементов во многом зависят от температуры, следовательно, необходима компенсация влияния температуры.

Другие приборы типа 2 реализуют электромагнитный принцип с генерацией переменного тока, что приводит к изменению магнитного поля на датчике. Так же как и в случае с постоянным магнитом напряженность магнитного поля в цепи датчика увеличивается при приближении его к стальной поверхности. Изменение напряженности поля легко определить с помощью второй катушки. Выходное напряжение второй катушки определяет толщину покрытия, и пересчитывается в значение толщины экспериментально.

8.2 ПОВТОРЯЕМОСТЬ: Магнитные приборы обладают безусловной чувствительностью даже к очень маленьким неровностям окрашенной поверхности и стальной подложки непосредственно под датчиком. Результаты повторных измерений на неровной поверхности даже через минимальные промежутки часто сильно отличаются друг от друга, это в особенности относится к очень тонким пленкам, нанесенным на неровную поверхность с высокой шероховатостью.

8.3 УСТАНОВКА НА НУЛЬ: Магнитные приборы типа 1 нельзя регулировать или устанавливать на ноль на неровной или ровной неокрашенной стальной поверхности.

8.4 НЕРОВНОСТЬ

ПОВЕРХНОСТИ: Если стальная поверхность гладкая и ровная, плоскость такой поверхности будет эффективно магнитной. Если стальная поверхность имеет неровный профиль, как после абразивоструйной очистки, «фактической» или эффективно магнитной поверхностью, в которой работает прибор, будет воображаемая плоскость между пиками и впадинами профиля поверхности. Показания, полученные правильно откалиброванными и настроенными приборами типа 2, дают толщину покрытия над этой воображаемой плоскостью (См. Раздел 4.3). При использовании приборов типа 1 для определения толщины покрытия из полученного значения вычитают толщину основного металла (BMR См. Раздел 4.2)

8.5 ГРЯЗНЫЕ, ЛИПКИЕ ИЛИ МЯГКИЕ

ПЛЕНКИ: Поверхность покрытия и контактная поверхность датчика прибора должна быть свободна от пыли, грязи или других посторонних загрязнений, которые могут помешать плотному контакту датчика и покрытия, а также избежать прилипания магнита. Точность показаний прибора будет также снижена, если покрытие липкое или чрезмерно мягкое. Липкие слои краски могут привести к нежелательному прилипанию магнита. На необычно мягких лакокрасочных пленках под давлением магнита могут оставаться вмятины. Толщину мягких или липких пленок можно достаточно точно измерить с помощью образца для калибровки, который накладывается на пленку, прибор выдает толщину покрытия плюс толщину образца, из чего вычитают толщину образца.

8.5.1 Простую пыль и грязь можно удалить с датчика с помощью мягкой ткани. Магнитные частицы, налипшие на датчик, можно удалить с помощью липкой ленты. После очистки липкой лентой необходимо удалить возможные остатки клейкого слоя ленты.

8.6 ПОДЛОЖКИ ИЗ ЛЕГИРОВАННЫХ

СТАЛЕЙ: Различия свойств большинства мягких низкоуглеродистых сталей не оказывают значительного влияния на показания магнитных приборов. Что касается высоколегированных сталей, показания прибора следует проверять. В любом случае, прибор следует подвергать повторной калибровке на стальной подложке, идентичной контролируемой поверхности.

8.7 БЛИЗОСТЬ К КРАЯМ: Магнитные приборы особо чувствительны к геометрическим границам стальной подложки, например, отверстиям, углам или краям. Чувствительность приборов к геометрическим границам и краям отличается от прибора к прибору. Показания, полученные на расстоянии менее 1 дюйма (2.5 см) от такой границы, можно считать достоверными, только если прибор специально калиброван на такое расстояние. Для таких участков прибор можно настроить на одну толщину в идентичных условиях.

8.8 БЛИЗОСТЬ К ДРУГИМ СТАЛЬНЫМ

ЭЛЕМЕНТАМ: Более старые двухстержневые приборы типа 2 с постоянными магнитами очень чувствительны к наличию других стальных элементов вблизи от корпуса прибора. Эффект влияния стальных элементов на прибор может распространяться на расстояние 3 дюйма (7.6 см) от внутреннего угла.

8.9 КРИВИЗНА СТАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ:

На показания магнитных приборов может оказывать влияние кривизна поверхности. Если искривление поверхности значительное, достоверные показания можно получить, проведя калибровку или настройку прибора на идентичной искривленной поверхности.

8.10 НАКЛОН ДАТЧИКА: Во избежание неточных показаний все магниты или датчики необходимо держать перпендикулярно к контролируемой поверхности.

1 июня 1996 г.

8.11 ДРУГИЕ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ: Сильные магнитные поля, например, от сварочного оборудования или близлежащих силовых линий, могут помешать корректной работе приборов. Кроме этого, на показания приборов может оказывать влияние остаточный магнетизм стальной подложки. Для магнитостатических двухстержневых приборов в таких случаях рекомендуется усреднять показания до и после изменения положения стержня. Для всех остальных приборов необходимо проводить размагничивание стальной подложки.

8.12 ПОВЫШЕННЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ: Большинство магнитных приборов нормально эксплуатируются при температуре от 4° C до 49° C (40° F-120° F). Некоторые приборы могут нормально работать и при более высокой температуре. Однако если в полевых условиях прибор будет работать при крайних температурах вышеуказанного диапазона, его следует проверить на, как минимум, одном контрольном образце, после того, как и образец и прибор помещают в одинаковые атмосферные условия.

8.13 ВИБРАЦИЯ. На погрешность приборов типа 1 (магнитоотрывные) влияет проезжающий транспорт, работающие механизмы, сильные удары и т.д. Приборы во время калибровки или измерений толщины пленки не должны испытывать ощутимой вибрации.

8.14 ОГРАНИЧЕНИЯ ТОЛЩИНЫ – 80% МИНИМАЛЬНОГО/120% МАКСИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ: При любом измерении всегда есть определенный процент неточности. Необязательно, что два инспектора получают одинаковые показания при точечных измерениях в пределах одной и той же окружности диаметром 4 см (1.5 дюйм) одним и тем же прибором. Для поправки на эту естественную погрешность допускается, чтобы одно показание из снятых на участке площадью 10 м² (100 кв. футов) было меньше минимально допустимого значения толщины, при том, что все остальные показания, снятые на этом же участке гарантируют получение среднего значения, которое будет больше или равно минимально допустимой толщине. 80% минимально допустимой и 120% максимально допустимой толщины учитывают допуски прибора и калибровочных образцов, а также различие подложек.

8.15 Полированные металлические образцы для калибровки изготавливаются Национальным институтом стандартов и технологий (NIST). Они представляют собой ровные гладкие стальные пластины с хромированным покрытием размером 2.86 x 2.86 см (1.125 x 1.125 дюйм). NIST выпускает следующие образцы для калибровки:

Аттестованные образцы для калибровки толщиномеров

Немагнитные покрытия на стальной подложке

SRM 1358 Комплект из 3 80, 225, 1000 μm (3, 9, 40 мил)

SRM 1359 Комплект из 4 48, 140, 505, 800 μm (2, 5.5, 20, 31 мил)

SRM 1362a Комплект из 4 40, 80, 140, 205 μm (1.6, 3, 5.5, 8 мил)

SRM 1331a - 1339a Отдельные образцы от 3 μm (0.1 мил) до 62 μm (2.4 мил)

8.16 ИСПРАВЛЕНИЕ СЛИШКОМ ТОЛСТЫХ И СЛИШКОМ ТОНКИХ ПОКРЫТИЙ: Стороны должны договориться о способе исправления толщины пленки, превышающей допустимого максимального и ниже минимального значений. Способ исправления может быть указан в закупочных документах, установлен в инструкциях производителя или совместно разработан Сторонами после обнаружения несоответствия.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 - Пример расчета среднего числового значения толщины

Нижеследующий пример расчета числового значения представлен в виде иллюстрации к разделу 5 (Нормативная ссылка JPCL, том 4, № 5, май 1987). Предположим, что контролируемая конструкция имеет площадь 30 м² (300 кв. футов). Мысленно разделите эту поверхность на три части, каждая по 10 м² (100 кв. футов).

Участок А - 10 м² (100 кв. футов)
Участок В - 10 м² (100 кв. футов)
Участок С - 10 м² (100 кв. футов)

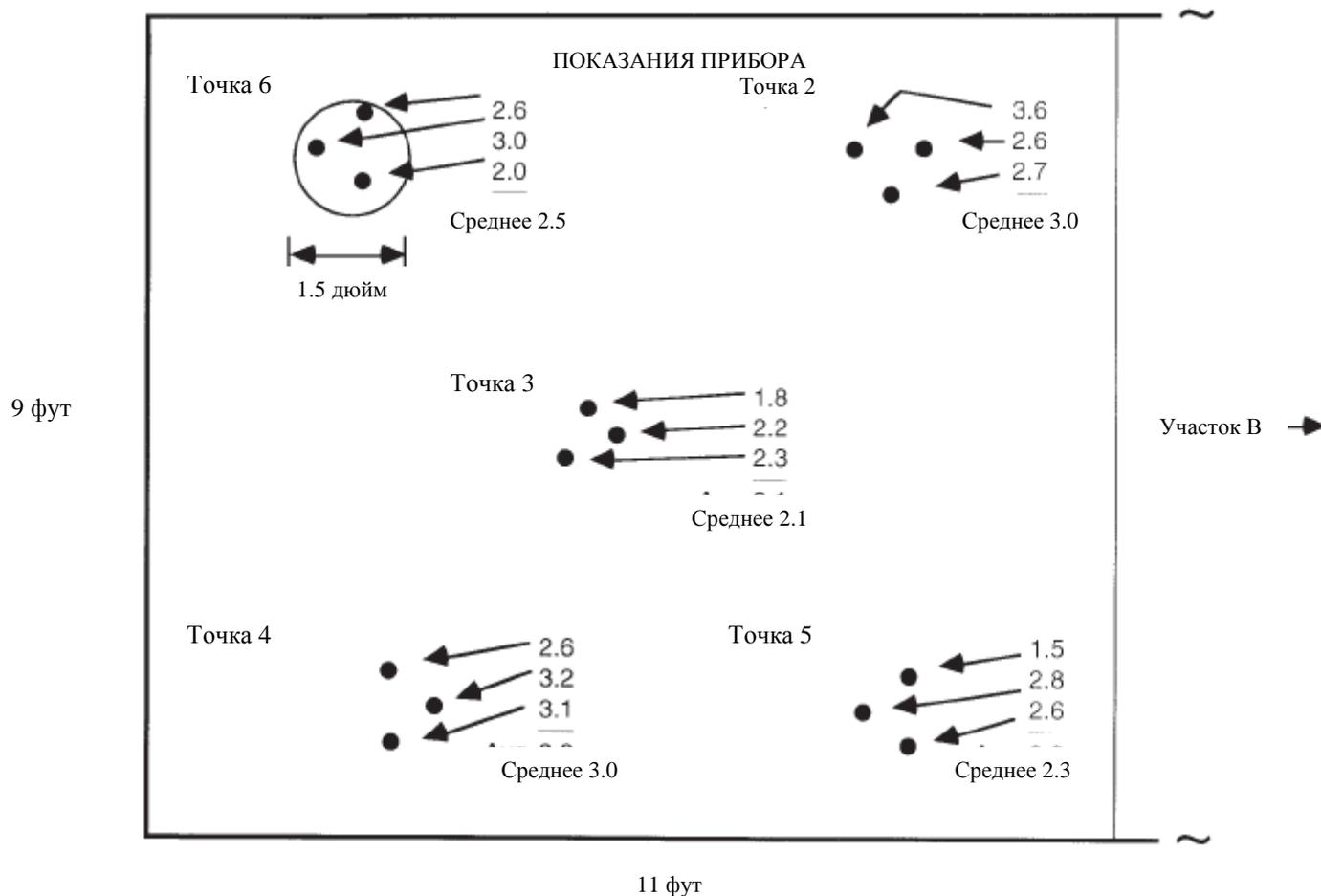
Во-первых, необходимо измерить толщину покрытия на Участке А. Для этого потребуется снять, как минимум, 15 показаний (См. Рисунок А1). Допустим, что согласно требованиям технических условий минимальная толщина покрытия должна составлять 64 μm (2.5 мил). Средняя толщина для Участка А представляет собой среднее арифметическое пяти измерений в пяти точках в пределах Участка А, а именно 66 μm (2.6 мил).

Точка 1	64 μm	2.5 мил
Точка 2	76	3.0
Точка 3	53	2.1
Точка 4	76	3.0
Точка 5	<u>58</u>	<u>2.3</u>
Среднее	66 μm	2.6 мил

Средняя толщина, 66 μm, превышает минимально допустимое значение, равное 64 μm, и, следовательно, отвечает требованиям технических условий. Однако необходимо проверить, находится ли наименьшее из пяти значений, 53 μm, в пределах 80 % минимально допустимой толщины. Восемьдесят процентов от 64 μm составляет 51 μm (0.80 x 64 = 51). Хотя 53 μm – ниже минимально допустимого значения, оно входит в его 80%, поэтому требования техусловий соблюдены. [Среднее значение, 2.6 мил превышает допустимый минимум, 2.5 мил, что отвечает требованиям техусловий. Однако необходимо проверить, находится ли наименьшее из пяти значений, 2.1 мил, в пределах 80 % минимально допустимой толщины. Восемьдесят процентов от 2.5 мил составляет 2.0 мил (0.80 x 2.5 = 2.0). Хотя 2.1 мил – ниже минимально допустимого значения, оно входит в его 80%, поэтому требования техусловий соблюдены].

В точке 5 и точке 3 были получены отдельные показания, равные 38 и 46 μm, соответственно, оба из которых, естественно, меньше 51 μm. Тем не менее, это допустимо, поскольку только среднее арифметическое из трех показаний (т.е. точечное измерение) может быть больше или равно 51 μm. [Отдельные показания, полученные в точках 5 и 3, 1.5 мил и 1.8 мил, соответственно, естественно, меньше 2.0 мил. Тем не менее, это допустимо, поскольку только среднее арифметическое из трех показаний (т.е. точечное измерение) может быть больше или равно 2.0 мил].

РИСУНОК А1
Схема Участка А (площадь приблизительно 10 м² [100 кв. футов])



Поскольку площадь контролируемой конструкции, использованной для примера, составляет 30 м² (300 кв. футов), оставшиеся участки В и С необходимо измерить в том же порядке, что и Участок А. Толщина покрытия на Участках В и С должна превышать 64 μm (2.5 мил.) – минимально допустимую толщину.

Для измерения толщины всей конструкции площадью 30 м² (300 кв. футов) придется снять 45 показаний, 15 из которых обесчисляются. Для расчета толщины каждого участка площадью 10 м² (100 кв. футов) используются показания, снятые в пяти точках.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – Пример проверки правильности калибровки приборов типа 2 с помощью пластмассовых образцов для калибровки

Настоящий пример описывает метод проверки правильности калибровки приборов типа 2.

Предположим, что допустимая толщина покрытия равна 100μm (4.0 мил). Используемые магнитостатические приборы типа 2 были откалиброваны в соответствии с рекомендациями производителя. И теперь нам необходимо проверить правильность калибровки на стальной поверхности, прошедшей абразивоструйную очистку. Подготавливается испытательный образец, который прошел абразивоструйную очистку одновременно со всей конструкцией, шероховатость профиля которого

соответствует шероховатости поверхности под покрытием. После подбора пластмассовых пластин толщиной 50 μm (2.0 мил) и 250 μm (10.0 мил) необходимо измерить толщину образцов, лежащих на неокрашенной шероховатой поверхности.

Вследствие шероховатости поверхности, прошедшей абразивоструйную очистку, повторные показания могут значительно отличаться друг от друга. Следовательно, надо сделать, как минимум, 10 измерений для каждого образца и зарегистрировать их среднее значение. Отдельные показания, составляющие среднее значение, можно не регистрировать. Многие приборы могут сами подсчитывать среднее значение.

Погрешность толщины пластмассового образца обычно составляет ± 5%. Следует ожидать, что после калибровки по рекомендациям производителя погрешность прибора должна составлять ± 5%. Следовательно, чтобы показания прибора соответствовали образцу, средняя толщина по показаниям этого прибора должна составлять не более ± 10% толщины образца. Если средняя толщина по показаниям прибора на образце для калибровки толщиной 51 (2.0 мил) составляет 56 μm (2.2 мил), показания прибора соответствуют образцу, поскольку 56 в пределах ±10% от 51 (2.2 в пределах 10% от 2.0).

Точно также, если средняя толщина по показаниям прибора на образце для калибровки толщиной 254 μm (10.0 мил) составляет 279 μm (11.0 мил), калибровка прибора правильная, поскольку 279 в пределах $\pm 10\%$ от 254 (11.0 в пределах $\pm 10\%$ от 10.0).

В итоге, если среднее значение образца толщиной 51 μm (2 мил) по показаниям прибора равно от 46 до 56 μm (1.8 – 2.2 мил), а среднее значение образца толщиной 254 μm (10.0 мил) по показаниям прибора равно от 229 до 279 μm (9.0 – 11.0 мил), калибровка считается проверенной/правильной.

Необходимо проверить, что показание прибора на другом образце промежуточной толщины, например, 127 μm (5.0 мил), также находится в пределах $\pm 10\%$. Если калибровка проверена на двух образцах, толстом и тонком, почти всегда правильность калибровки подтверждается на образце промежуточной толщины.

ПРИМЕЧАНИЕ: Для некоторых приборов более верно будет сначала настроить его на промежуточную толщину (например, 127 μm), а затем проверять правильность показаний прибора на тонких и толстых образцах для калибровки.