

## Измерение толщины краски на пластмассе

DeFelsko выпускает портативные приборы для неразрушающего контроля толщины покрытий, которые идеальны для измерения толщины сухой пленки покрытий на пластмассе. В настоящее время многие отрасли в своих программах качества применяют эту неразрушающую технологию.



Для подложек из пластмассы идеальны.

1. **PosiTector 200 B/Std** – наиболее экономичное и простое решение для измерения суммарной толщины системы покрытия.
2. **PosiTector 200 B/Adv** может измерять как СУММАРНУЮ толщину покрытия, так и толщину до 3 отдельных слоев в многослойном покрытии. У него также есть графический режим для детального анализа системы покрытия.

### Применение измерений

1. Суммарная толщина покрытий на пластмассе
2. Измерение грубых поверхностей покрытий
3. Толщина отдельного слоя в многослойном покрытии
4. Измерение покрытий на пластмассовых деталях автомобилей.

Дополнительные примечания:

- Как измерять
- Графический режим
- Другие методы измерения
- Коротко о покрытиях на пластмассе
- Почему измеряют ультразвуком
- Рынок

### **Применение №1: Измерение суммарной толщины**

Для достижения необходимых технических требований некоторые покрытия на пластмассе наносятся в несколько слоев. PosiTector 200 B/Std является идеальным решением, когда специалистам по нанесению покрытий необходимо узнать только конечную суммарную толщину покрытия.

PosiTector 200 B/Std готов к измерению большинства покрытий на пластмассе сразу, как только его извлекли из упаковки. Его диапазон измерения от 13 до 1000 микрон, и он очень хорош для измерения суммарной толщины покрытия. Для большинства применений он не требует настройки калибровки, имеет функцию переключения единиц измерения мили/микроны и большой, толстый, ударопрочный дисплей из Лексана.

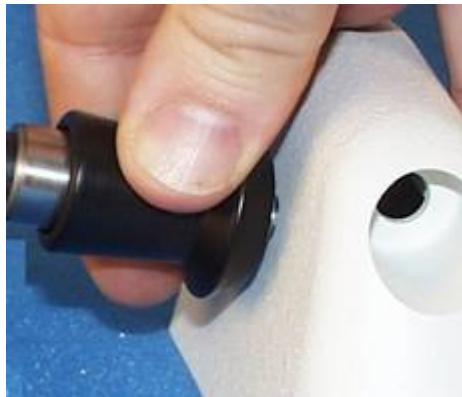


Применение ультразвуковых толщиномеров покрытий является легким и наглядным, как применение привычных магнитных толщиномеров покрытий. Метод измерения – простой и неразрушающий.

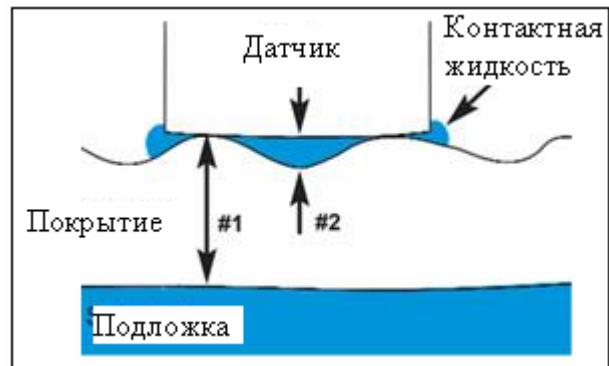
### **Применение №2: Измерение грубых поверхностей покрытий**

Покрытия с грубой поверхностью ставят под вопрос любой метод измерения, и ультразвуковой контроль – не исключение. PosiTector 200 имеет возможность работать в таких ситуациях.

На микроскопическом уровне толщина может различаться. Поддающиеся интерпретации измерения толщины лучше всего получаются при проведении нескольких измерений в одном и том же месте и усреднении результатов



**Рис.1** Измерение на текстурированной поверхности

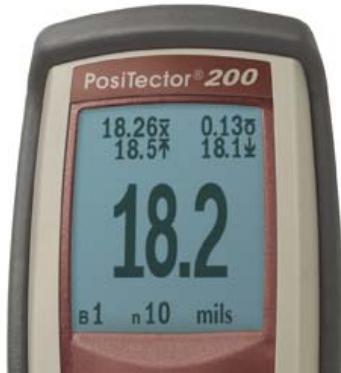


**Рис.2** Контактная жидкость заполняет полости между датчиком и покрытием

На грубой поверхности PosiTector 200, обычно, определяет толщину от верхнего пика покрытия до подложки. Это показано расстоянием #1 на рисунке 2. Контактная жидкость заполняет полости между датчиком и покрытием, способствуя вводу ультразвукового импульса в покрытие.

Большая неровность может послужить причиной того, что прибор отобразит низкие значения толщины (расстояние #2). Это случается потому, что отраженный сигнал от границы контактная жидкость/покрытие является более сильным, чем от границы покрытие/подложка. У PosiTector 200 есть уникальная особенность – настраиваемый пользователем СТРОБ, что обеспечивает игнорирование отраженных сигналов от неровностей.

Помощь в этих применениях обеспечивает режим память прибора PosiTector 200. При включении памяти PosiTector 200 рассчитывает и отображает количество снятых показаний, среднее из этих показаний, среднеквадратичное отклонение этих показаний и наибольшее и наименьшее показания (смотрите рис. 3). На грубых поверхностях поставляемая контактная жидкость работает лучше, чем вода.



**Рис. 3** Для получения поддающихся интерпретации измерений толщины на грубой поверхности применяется режим память прибора PosiTector 200, рассчитывающий текущее среднее значение.

### Применение №3: Измерение толщины отдельного слоя в многослойном покрытии

PosiTector 200 B/Adv может измерять как суммарную толщину покрытия, так и толщину до 3 отдельных слоев в многослойном покрытии. Также у него есть графический вывод данных для детального анализа системы покрытия.

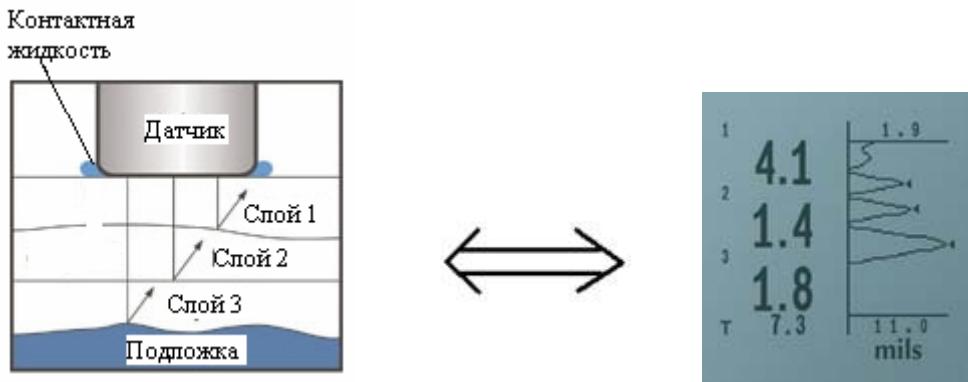


Рисунок 4

В верхнем примере толщина слоя 1 – 4,1 мила, толщина слоя 2 – 1,4 мила, толщина слоя 3 – 1,8 мила, суммарная толщина покрытия 7,3 мила. Графический дисплей отображает три «пика», представляющих три границы материалов. Двухступенчатый процесс настраивает прибор для многослойного применения.



### Применение №4: Измерения на пластмассе автомобилей.

В настоящее время в автомобилях как внутри, так и снаружи имеется большое количество пластмассовых деталей. Для удовлетворения эстетических требований и требований по защите очень часто на эти пластмассовые детали наносится покрытие.

Внутренние детали, такие как приборные и дверные панели, крышки подушек безопасности, колеса рулевых управлений и т.п. являются более спорными для измерений по двум причинам. Первая, многие детали – слишком маленькие или имеют сложную форму, что не обеспечивает надлежащий доступ к ним датчика PosiTector 200. Вторая, некоторые детали имеют либо очень тонкое покрытие, либо покрытие слишком грубое для единообразного измерения прибором. Лучше всего прибор работает на гладкой, плоской и твердой поверхности с толщиной покрытий, по крайней мере, 13 микрон.



При обеспечении доступа датчика PosiTector 200 к измеряемой поверхности можно измерить внешние детали, такие как бамперы, оболочки зеркал, лакирование бортов и т.д. Прибор может измерить суммарную толщину покрытий, а также некоторые отдельные слои в многослойных покрытиях.

Системы покрытий автомобиля состоят из нескольких слоев покрытий. Базовая модель PosiTector 200 B/Std способна измерить суммарную толщину этих систем покрытий.

Слои катализатора адгезии и грунтовки в автомобилях, как правило, слишком тонки для усовершенствованной модели PosiTector 200 B/Adv, чтобы измерить отдельные слои. Поэтому прибор объединяет эти толщины с толщиной основного покрытия для получения суммарного результата. Верхний слой прозрачного покрытия измеряется отдельно.

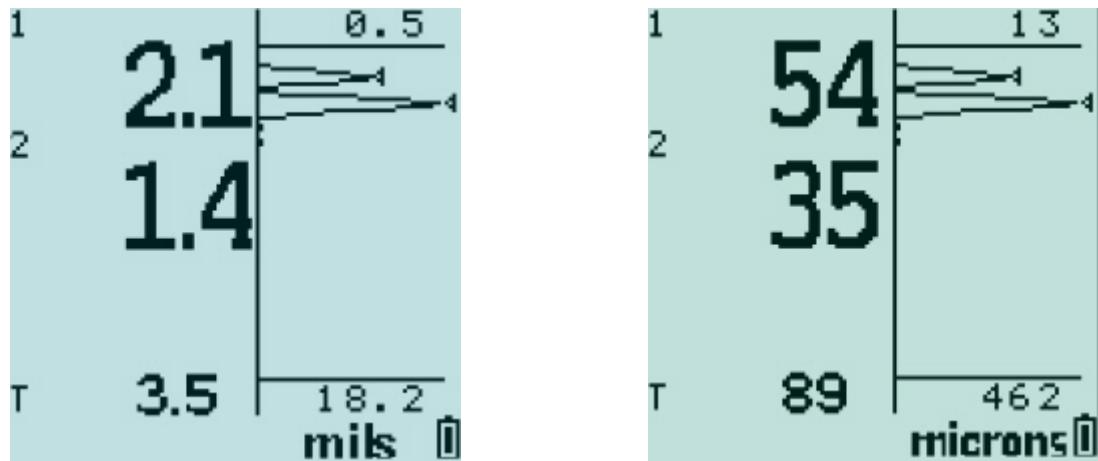


Рисунок 5

На рисунке 5 представлены типичные результаты измерения прибором PosiTector 200 B/Adv на внешних деталях автомобиля, изготовленных из пластмассы. Изображение с левой стороны показывает измерения в британских единицах (милах). Правое изображение – это эквивалентное измерение в метрических единицах (микронах). Хотя система покрытия состоит из 4 слоев, прибор объединяет толщину первых трех слоев (катализатора адгезии, грунта и основного покрытия) в одно значение 1,4 мила (35 микрон). Окончательный верхний прозрачный слой измеряется отдельно – 2,1 мила (54 микрона). Суммарная толщина покрытия составляет 3,5 мила (89 микрон).

Этот результат полезен, когда важна для определения толщина слоя окончательного прозрачного покрытия. [Специалисты по уходу за окраской автомобиля](#) применяют это свойство при оценке оставшейся величины слоя прозрачного покрытия при полировке. Специалисты по нанесению покрытий используют это свойство, чтобы гарантировать постоянную толщину покрытия.

Диаметр плоской поверхности измерения обсуждаемых в этой статье ультразвуковых преобразователей 8 мм, и для получения наилучших результатов измерения она должна полностью контактировать с покрытой пластмассовой деталью. Для получения поддающихся интерпретации результатов измерений, проведенных на криволинейных поверхностях, может потребоваться усреднение многократных показаний.

## Дополнительные примечания

### Как измерять

Ультразвуковое измерение толщины покрытия проводится, посылая ультразвуковые колебания в покрытие, применяя преобразователь и с помощью контактной жидкости, нанесенной на поверхность. С каждым прибором поставляется флакон емкостью 4 унции (113 г) с распространенным водным раствором гликолового геля. В качестве альтернативы, на гладких горизонтальных поверхностях контактной жидкостью может служить капля воды, масла, вазелина.



**Рисунок 6.** Проведение измерения

После нанесения на поверхность детали с покрытием капли контактной жидкости на нее ставят плоско преобразователь. Нажатием вниз начинают измерение (смотрите рис. 6). После того, как услышат двойной сигнал или увидят мерцание зеленым светом индикатора, поднимают преобразователь, удерживая на ЖКД последнее измерение. Продолжая удерживать преобразователь внизу на поверхности, можно получить в той же точке второе измерение. По окончании преобразователь и поверхность вытирается начисто бумажной салфеткой или мягкой тряпкой.

### Точность измерения

Точность любого ультразвукового измерения непосредственно связана со скоростью звука в измеряемой отделке. Т.к. ультразвуковые приборы измеряют время прохождения

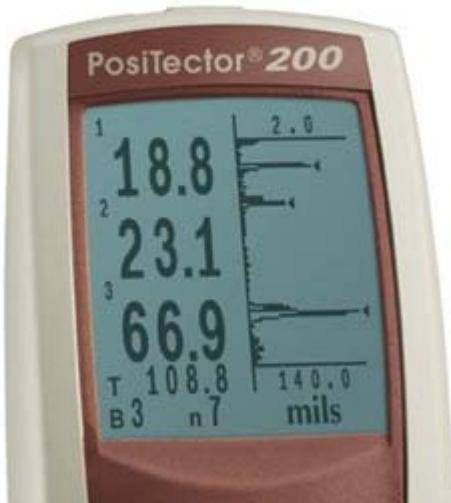
ультразвукового импульса, они должны быть откалиброваны на «скорость звука» в этом конкретном материале.

С практической точки зрения среди материалов покрытий, применяющихся в отрасли пластмасс, значения скорости звука не сильно отличаются. Поэтому ультразвуковые толщиномеры покрытий, как правило, не требуют настройки заводских установок калибровки.

### Графический режим (только для модели PosiTector 200 B/Adv)

Правая сторона экрана PosiTector 200 может применяться для отображения графического представления ультразвукового импульса при прохождении его через систему покрытия. Этот мощный инструмент предоставляет пользователю возможность лучше понять, что прибор «видит» ниже поверхности покрытия.

**Слева:** Графический режим включен



**Справа:** Графический режим выключен

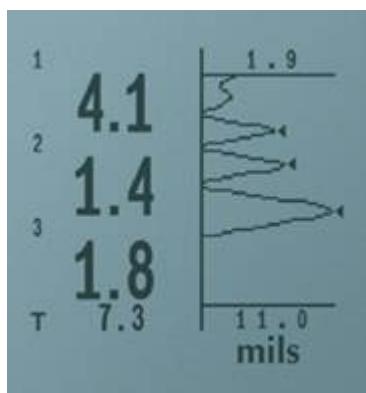


**Рисунок 7-8** PosiTector 200 B/Adv с включенным графическим режимом

При нажатии преобразователем вниз ультразвуковой импульс проходит через систему покрытия, импульс встречает изменения плотности на границах между слоями покрытия и между покрытием и подложкой.

«Пики» изображают эти границы. Чем больше отличие в плотности, тем выше пик. Чем меньше отличие в плотности, тем больше ширина пика. Например, два слоя покрытия нанесены по существу из одного и того же материала и «композиция» приведет к низкому, широкому пику. Два материала с очень разной плотностью и хорошо определяемой границей приведут к высокому, узкому пику.

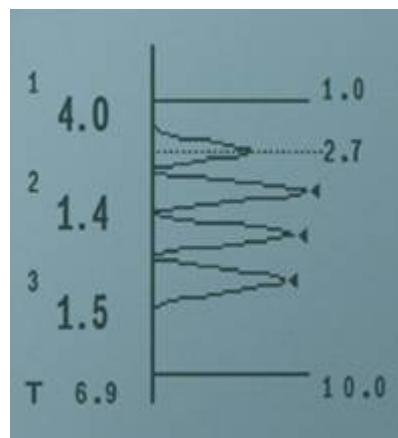
При определении толщины слоя покрытия PosiTector 200 B/Adv выбирает наивысшие пики. Например, если количество слоев 3, между стробами А и В выбираются три наивысших пика, как границы между этими слоями. Пики, которые выбрал прибор, указаны черными треугольными стрелками (смотрите рис.9).



**Рисунок 9**

На рис.9 верхнее ( $A = 1,9$  мила) и нижнее ( $B = 11$  мил) значения стробов отображаются, как две горизонтальные линии наверху и внизу зоны графики. Строб А, минимальный предел находится вверху. Строб В, максимальный предел находится внизу. Отраженными сигналами или пиками (значениями толщины) вне этих стробирующих импульсов прибор пренебрегает. Значения стробирующих импульсов устанавливаются и корректируются, используя функцию меню Set Gates (Установка Стробов).

Этим графическим дисплеем можно управлять, используя функцию меню Set Gates (Установка Стробов). Кроме того, для настройки значений строба можно установить курсор везде между двумя значениями стробов для исследования других пиков.



**Рисунок 10**

Курсор используется, когда имеется более 3 слоев. В этом примере прибор объединяет два верхних слоя в результат 4 мила. Курсор определяет верхний слой – 2,7 мила. Второй слой поэтому - 1,3 мила ( $4,0 - 2,7$ ).

### Другие методы измерения

Традиционные магнитные и вихревоковые приборы работают только на металлах. Поэтому индустрия пластмасс полагается на другие методы измерения, включающие:

---

ООО “ПАНАТЕСТ”

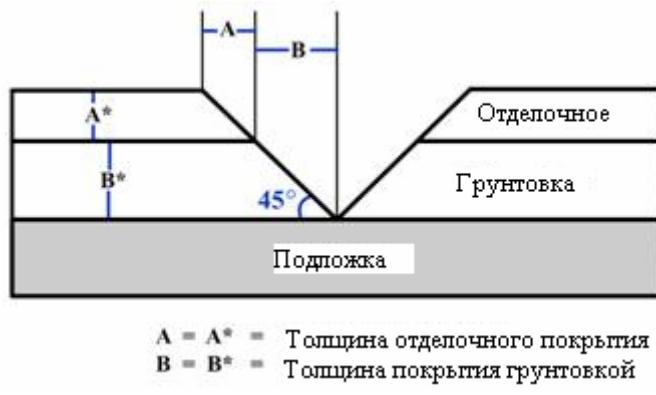
Тел/факс (495) 362-78-73  
(495) 789-37-48

mail@panatest.ru

1. Оптическое исследование поперечного сечения (разрез детали с покрытием и микроскопическое исследование разреза)
2. Измерение высоты (измерение микрометром до и после покрытия)
3. Гравиметрическое исследование (измерение массы и зоны покрытия для расчета толщины)
4. Погружение толщиномеров мокрой пленки в мокрую краску и расчет толщины сухой пленки, используя процентное содержание сухого остатка в объеме.
5. Замещение (установка стального образца рядом с деталью из пластмассы и одновременное их покрытие).

Эти методы связаны с большой затратой времени, трудоемки и являются предметом интерпретации оператора и других ошибок измерения. Специалисты по нанесению покрытий находят разрушающие методы непрактичными. Для получения статистически типичного образца несколько изделий из дерева должны быть выброшены на свалку, как часть разрушающего процесса испытания.

Типичная разрушающая методика требует разреза детали с покрытием в поперечном сечении и измерения толщины пленки микроскопическим исследованием разреза. Другая методика исследования поперечного сечения использует микроскоп со шкалой для просмотра геометрии надреза в сухой пленке покрытия. Чтобы сделать это, специальный режущий инструмент делает маленький точный V-образный прорез в покрытии до подложки (смотрите рис.11). Поставляются приборы, укомплектованные режущими лезвиями и лупами со шкалой и освещением. Подробное описание этого метода испытаний изложено в [ASTM D4138-07a «Общепринятая практика измерения толщины сухой пленки систем защитных покрытий разрушающим методом, методом поперечного сечения»](#).



Хотя принципы метода легки для понимания, имеются в большом количестве возможности для внесения ошибок. Они охватывают умение подготовки образца и интерпретацию результатов. Также настройка сетки измерений на неровную или нечеткую границу может порождать неточность, особенно среди различных операторов. Этот метод используют, когда невозможно применение недорогих неразрушающих методов или как средства подтверждения результатов неразрушающих испытаний.

С появлением ультразвуковых приборов многие специалисты по покрытиям переключились на неразрушающий контроль.

## **Коротко о покрытиях на пластмассе**

### **Область применения**

Покрытия пластмасс, особенно в автомобильной промышленности, включают нанесение нескольких слоев покрытия для достижения полного эстетического внешнего вида и защитных свойств. Внешняя отделка не только стремится быть отражением качества и износостойкости дорогих для потребителя изделий, но покрытия для пластмассовых деталей также нуждаются в обращении к уникальным для пластмассовых подложек проблемам, включающим адгезию, эластичность и температурные ограничения.

Распространенные пластмассовые подложки (т.е. полиэтилен, полипропилен, термопластичный полиолефин, АБС, нейлон, ПВХ) являются плотными, стойкими к большинству растворителей и по сравнению с другими материалами имеют низкую поверхностную энергию. Это делает поверхность пластмассы трудной для смачивания и обеспечивает покрытиям небольшую возможность приклеивания прониканием или физическим соединением с неровностями поверхности. Для противодействия этим трудностям применяются стимуляторы адгезии, как добавки к краскам или как грунтовки для стимулирования адгезии покрытий к их подложкам. Как правило, стимулятор адгезии имеет сходство с подложкой и наносимым покрытием, предоставляя наносимым покрытиям удовлетворять требования, предъявляемые к эксплуатационным качествам.

### **Автомобильные покрытия**

В автомобильных покрытиях термин стимулятор адгезии относится к грунтовке (как правило, хлорированный полиолефин или другие модифицированные полиолефины), которая способствует адгезии последующего слоя краски к пластмассе. Как правило, толщина сухой пленки наносимых стимуляторов адгезии составляет 7,5 – 12 микрон. Т.к. толщина стимулятора адгезии меньше рекомендованной толщины отдельного слоя

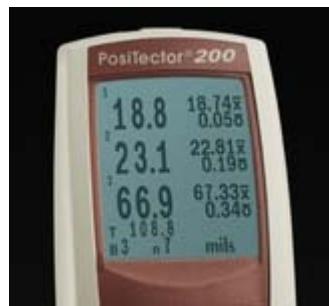
- 25 микрон, для ультразвукового прибора трудно отличить его от последующих слоев.

*Грунтовки* заполняют любые маленькие дефекты процесса прессования и могут обеспечить проводящий слой, который способствует электростатическому нанесению последующих слоев покрытия. Грунтовка также защищает подложку от повреждения УФ лучами солнца, а также стойкость к химическому воздействию (бензин) и влагостойкость. Часто рецепт грунтовок разрабатывается так, чтобы они гармонировали с цветом покрытия, чтобы обеспечить минимальную толщину пленки основного покрытия и минимизировать воздействие мелких камней.

*Основное покрытие* – это слой покрытия, который обеспечивает в основном цвет, физические характеристики и эстетическое впечатление. Стойкие к выцветанию основные покрытия часто включают в себя специальную пигментацию внешнего вида, такую как металлизированная окраска, распространенная в автомобильных покрытиях. Основное покрытие может наноситься в один или несколько слоев. В зависимости от метода нанесения различие слоев в многослойном основном покрытии для ультразвукового прибора может быть проблематично.

*Стойкие прозрачные покрытия* образуют защитные граничные слои от окружающих факторов, таких как растревливание, птичий помет, царапание при мойке автомобиля и мелкие камни. Хотя прозрачные покрытия применяются в сочетании с основным покрытием для создания конечной отделки, акустически они обеспечивают значительную

границу между слоями покрытий и, таким образом различимы от предварительно нанесенных слоев



**Рисунок 12**

Для каждого слоя в многослойной системе покрытия PosiTector 200 B/Adv может рассчитать среднее значение и среднеквадратичное отклонение серии измерений.

Т.к. автомобильное покрытие является одним из наиболее дорогостоящих процессов в сборке автомобиля, производители и сборщики стремятся к совершенствованию технологии. Один такой метод нанесения относится к методу окраски по влажному слою, где покрытия переносимые водой наносятся прямо сверху каждого предыдущего слоя, не давая отвердиться предварительно нанесенным слоям. Такие методы минимизируют использование энергии, краски и требования переоборудования без ущерба для качества и внешней отделки. К сожалению нанесение покрытия по влажному слою имеет склонность к образованию эффекта «переходного слоя» (смешивание отдельных слоев). Отсутствие четких акустических границ снижают способность ультразвуковых приборов по измерению толщины отдельного слоя.

### **Почему измеряют ультразвуком?**

Длительный период времени производители и идентично специалисты по нанесению покрытий полагали, что нет простых и надежных средств для неразрушающего измерения покрытий на пластмассовых подложках. Их распространенным решением было: установка металлического (стального или алюминиевого) образца рядом с деталью и последующее измерение толщины нанесенного на образец покрытия либо механическим, либо электронным (магнитным или вихревоковым) прибором. Это трудоемкое решение основывалось на допущении, что плоский образец, помещенный в общую зону покрытия, получает тот же самый профиль краски, что и данная пластмассовая деталь. Ультразвуковое решение предоставляет потребителю возможность измерить суммарную толщину покрытия на фактической детали. В зависимости от применяемого ультразвукового прибора и процесса нанесения покрытия дополнительным преимуществом является возможность определения отдельных слоев в многослойной системе.

В настоящее время ультразвуковое измерение толщины покрытия является общепринятой и надежной операцией, применяемой в отраслях деревообработки. Стандартные методы испытания описаны в ASTM D6132-04 «Стандартный метод контроля для неразрушающих измерений толщины сухой пленки нанесенных органических покрытий с использованием ультразвукового прибора». Для подтверждения калибровки прибора поставляются эталоны толщины, покрытые эпоксидной смолой, с сертификацией, отвечающей требованиям национальных организаций стандартизации.

В настоящее время можно провести быстрые, неразрушающие измерения толщины на материалах, которые ранее требовали разрушающего испытания или лабораторного анализа. Эта новая технология улучшает последовательность и производительность в отделочном цехе. На возможное снижение стоимости влияет:

1. Минимизация потерь от излишнего нанесения покрытия путем контролирования толщины наносимого покрытия.
2. Минимизация переделок и ремонта, благодаря постоянной обратной связи с оператором и усовершенствованному процессу контроля.
3. Устранение ликвидации или ремонта объектов, на которых результаты измерения толщины покрытий получены разрушающим методом.

Сегодня эти приборы просты в работе, доступны по средствам и достоверны.

## Рынок

В последние несколько лет быстро расширялось применение пластмасс. Не смотря на то, что автомобильная промышленность, безусловно, возглавляла направление, другие отрасли также занимались всесторонним применением пластмасс. Согласно Обществу промышленности пластмасс производство разнообразных изделий из пластмасс (рассматриваемых для большинства отраслей производства пластмасс) является четвертой наибольшей отраслью производства в Соединенных штатах. Только автомобильная промышленность, перегонка нефти и электроника превосходили ее. Хотя пластмассы часто окрашивались непосредственно в процессе производства, многим пластмассовым деталям необходима была окраска для улучшения внешнего вида, соответствия по цвету с другими деталями, улучшения прочности поверхности пластмассы или создания желаемого специального эффекта.



Согласно консультанту PG Phillips & Associates в 2001 году глобальный рынок окраски автомобилей оценивался в 6,6 миллиарда долларов США. Возрастающая часть этого рынка включает покрытие пластмасс, применяющихся для бамперов, внешних панелей и декоративной отделки. Специалисты по нанесению покрытий и сборщики конкурентоспособной автомобильной промышленности нуждаются в удовлетворении важнейших эстетических критериев и критериев прогнозируемого срока службы.

Т.к. окраска – это наиболее дорогой процесс в автомобильном производстве, существует противоречащий приоритет: наряду с сокращением затрат времени, материалов и связанных с этим переделок, еще и удовлетворение требований технологии, повышающей производительность, и соответствие требованиям охраны окружающей среды. Таким образом, для точного и достоверного выявления и корректировки проблем нанесения покрытий, по возможности, как можно раньше в процессе покрытия, необходим эффективный метод измерения.

## Контактная жидкость

Контактная жидкость применяется для передачи ультразвуковых колебаний от преобразователя в покрытие. Для гладких ровных поверхностей хорошей контактной жидкостью является вода или масло. Для грубых поверхностей применяйте поставляемый

гликоловый гель. Хотя и маловероятно, что контактная жидкость повредит отделку или оставит пятно на поверхности, но мы советуем испытать контактную жидкость на образце поверхности. Если испытание покажет, что имеет место образование пятнистости, вместо контактной жидкости можно будет применить воду в небольших количествах. Если Вы подозреваете, что контактная жидкость может повредить покрытие, посмотрите справочный лист по безопасности материала на сайте компании DeFelsko или проконсультируйтесь с Вашим поставщиком покрытий. Могут также применяться другие жидкости, такие как жидкое мыло.

### **Режим память**

PosiTector 200 может записать 10 000 измерений в 1000 группах (партиях) для исследования статистики на экране, для распечатки на поставляемом по дополнительному заказу ИК принтере или для загрузки в персональный компьютер, с применением дополнительного программного обеспечения PosiSoft software и кабеля USB.

### **PosiTector 200 B/Std**