



**КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА  
ПРОЗРАЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

# Содержание

Объективный контроль прозрачности 2 - 3

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Измерение прозрачности 4 - 5

Измерение блеска 6 - 7

Измерение цвета 8 - 9

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Сырье 10 - 11

Пленки 12 - 15

Прозрачные листы 16 - 19

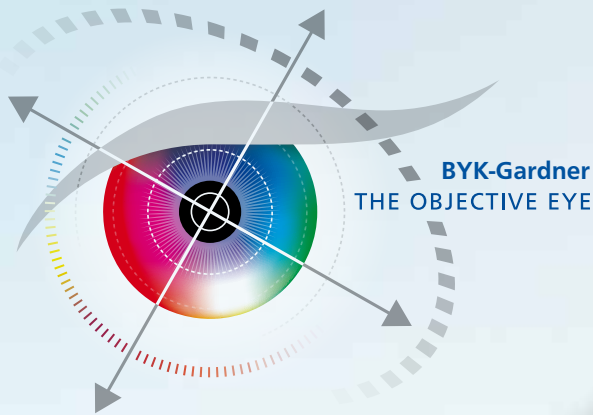
ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ ОТ ВУК-GARDNER ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОЗРАЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ 20 - 23

# Объективный контроль прозрачности

**Невозможно представить современный мир без прозрачных материалов. Однако, свойство «невидимости» теряется при появлении дефектов: снижении прозрачности, изменении цвета или появлении царапин. Если упаковка делает продукт менее привлекательным, фотографии на экране становятся размытыми или на щитке мотоциклетного шлема быстро появляются царапины, то дальнейшее использование таких материалов становится затруднительным, нежелательным или вообще невозможным.**

Прозрачность, цвет и блеск являются основными оптическими параметрами качества светопрозрачных материалов. Рассматривая товар через стекло витрины или упаковочную пленку, покупатель замечает самые минимальные несовершенства: царапины стекла или мутность пленки, которые, в свою очередь, могут повлиять на восприятие качества продукта, а значит на решение о его приобретении. В зависимости от конечного применения требования к прозрачному материалу могут быть различными - долгий срок службы без пожелтения, устойчивость к появлению царапин, стабильный блеск и проч.



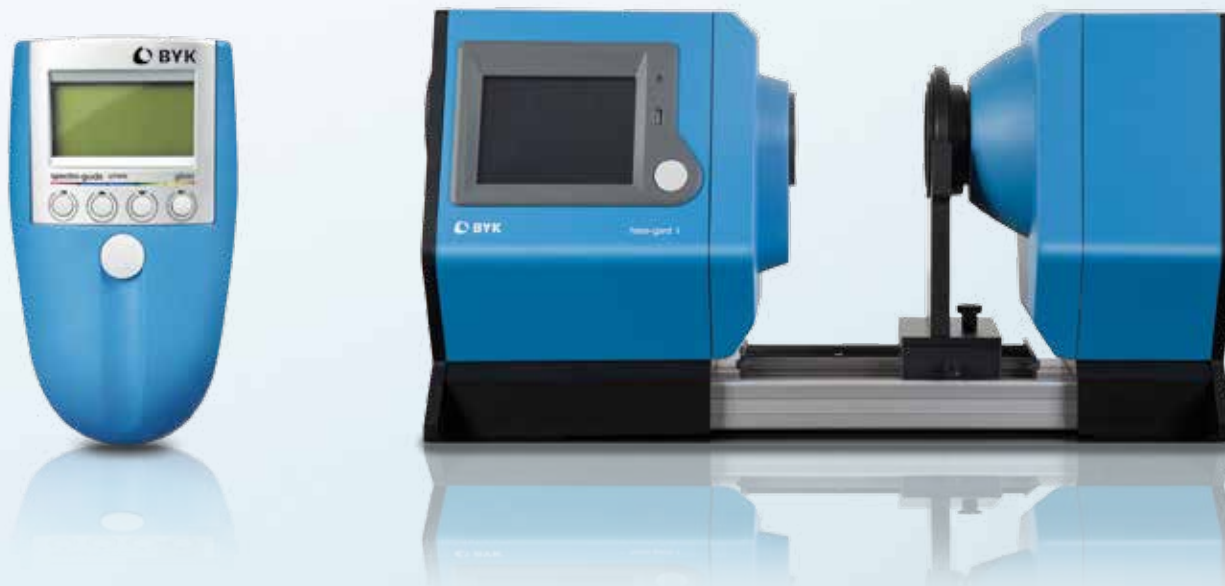


Выбор полимерного материала и способа его переработки диктуются конечной областью применения. Для изготовления прозрачных изделий используются более ста различных полимеров. Многие изделия изготавливаются из нескольких компонентов или имеют несколько слоев для сочетания различных свойств в одном изделии, изготовленном по специальным требованиям заказчика. Помимо выбора материала на внешний вид продукции оказывают влияние параметры процесса обработки, которые также требуют оптимизации. Однородная прозрачность может быть гарантирована только в том случае, если характеристики материала и процесса обработки контролируются как поставщиками исходного сырья, так и переработчиками.

На визуальное восприятие цвета влияют наши индивидуальные цветовые предпочтения, которые зависят от личностных факторов (настроение и возраст), факторы окружающей среды (освещение, фон и т.д.), а также ограниченная способность человека идентифицировать и запоминать цвета и оттенки. Для достижения одинаковой прозрачности в любых ситуациях важно определить числовые параметры с приемлемыми для заказчиков допусками, которые могут ежедневно контролироваться при производстве, и о которых будет известно всей цепочке поставщиков сырья и комплектующих. Современный производственный процесс должен базироваться только на цифрах и фактах, а не на эмоциях.

## Оценка однородности цвета и внешнего вида требует ОБЪЕКТИВНОГО ВЗГЛЯДА!

BYK-Gardner предлагает решения для полного контроля качества прозрачных изделий.



# Измерение прозрачности

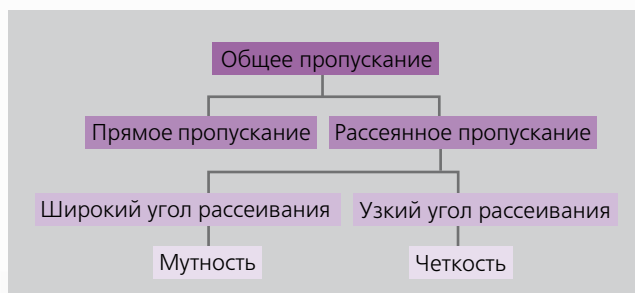
Вы когда-нибудь наталкивались на прозрачную стеклянную дверь? Производители стараются сделать прозрачный материал практически невидимым, т.е. без шероховатостей и помутнений. Прозрачность материала - это больше, чем просто способность пропускать свет. Также важно то, насколько хорошо видны предметы, находящиеся позади него: четко или размыто. Человеческий глаз способен заметить даже незначительное изменение резкости или контрастности.



В зависимости от области применения требуется высокий (линзы для очков) или низкий (пластиковые пакеты) коэффициент общего пропуска света  $T_t$ . Общий световой поток, прошедший через образец, состоит из света, прошедшего в прямом направлении, и некоторой части, которая отклоняется от прямого направления, т.е. рассеивается. Внешний вид предметов, наблюдаемых через прозрачное изделие, будет зависеть от характера рассеивания.

## Прозрачность

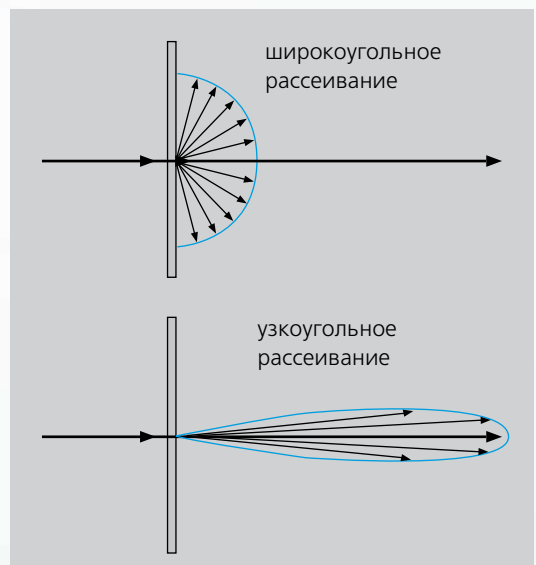
Для визуальной оценки качества «видимости через материал» рекомендуется поместить за него контрастный яркий объект, например, со светлым узором на темном фоне. Внешний вид прозрачного или полупрозрачного изделия описывается следующими оптическими характеристиками:



## Коэффициент общего пропускания ( $T_t$ )

Коэффициент общего пропускания представляет собой отношение проходящего света к падающему свету. Он зависит от свойств поглощения и отражения, например:

Падающий свет	100 %
- Поглощение	1 %
- Отражение	5 %
<hr/>	
Общее пропускание	94 %



Часто элитная упаковка или домашняя посуда описываются как «кристально прозрачные», или «выглядящие как стекло». Выражаясь техническими терминами, они имеют высокое значение  $T_t$  при отсутствии или очень небольшом количестве рассеянного света. Ухудшение оптических свойств может быть вызвано рассеиванием света на структурах поверхности материала, или внутренним рассеиванием, вызываемым недостатками внутри материала, такими как пустоты, кристаллиты или плохо распределенные частицы.

### Мутность

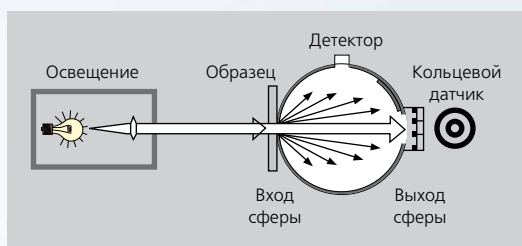
Широкоугольное рассеивание света (отклонение от падающего пучка выше  $2,5^\circ$ ) снижает контрастность объектов, просматриваемых через прозрачный материал. Прозрачное изделие будет казаться мутным.

### Четкость

Если прошедший свет рассеивается в узком диапазоне (отклонение от прямого направления падающего пучка менее  $2,5^\circ$ ), мелкие детали будут размыты, и резкость изображения уменьшится. В отличие от мутности, четкость зависит от расстояния: чем больше расстояние между образцом и находящимся за ним предметом, тем хуже четкость. Хорошая «контактная четкость» достигается при непосредственном контакте предмета с образцом.

### Принцип измерения

На схеме справа показан принцип измерения характеристик прозрачности, реализованный в фотометре haze-gard i в соответствии с международными стандартами. Луч света проходит через образец и попадает в интегрирующую сферу. Внутренняя поверхность сферы равномерно покрыта матовым белым материалом для обеспечения идеального рассеивания. Детектор в сфере измеряет полный коэффициент пропускания и мутность. Кольцевой датчик, установленный на выходном отверстии сферы, измеряет свет, рассеянный под узким углом, т.е. четкость.



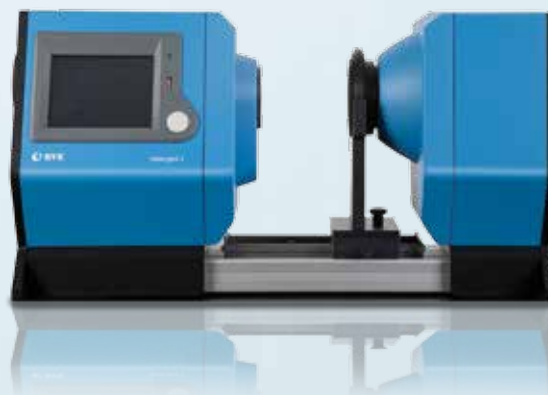
## Справочные документы

<b>ISO 13468</b>	Определение общего коэффициента пропускания светового потока прозрачных материалов
<b>ISO 14782</b>	Определение мутности прозрачных материалов
<b>ASTM D1003</b>	Стандартные методы определения мутности и коэффициента пропускания света прозрачных пластмасс

## Фотометр haze-gard i

Отраслевой стандарт для определения прозрачности

- Три измерения в одном: Общее пропускание – Мутность - Четкость
- Высокая точность благодаря опорному лучу и инновационной светодиодной технологии
- Конструкция открытого типа для работы с образцами любых размеров
- Большой цветной сенсорный экран для выполнения анализа непосредственно на приборе
- Универсальный держатель для образцов пленок и пластин
- ASTM и ISO: сочетание двух стандартных методов в одном приборе

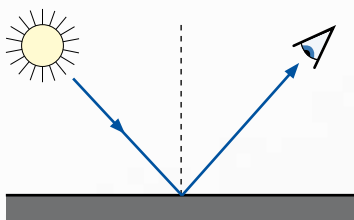


# Измерение блеска

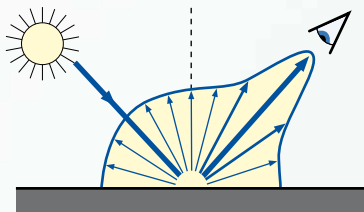
**Помимо светопропускания прозрачных материалов важно контролировать способность к отражению. Должен ли жидкокристаллический экран быть сильно блестящим или более матовым? Все зависит от конечного применения материала, а также от предпочтений заказчика. В обоих случаях, после согласования характеристик качество внешнего вида требует регулярной проверки.**

## Измерение блеска

Блеск – это зрительное восприятие, зависящее от характеристик поверхности. Чем больше прямого освещения отражается, тем более выраженным будет впечатление от блеска. Блестящий экран имеет очень гладкую поверхность для создания глубоких и насыщенных изображений, но в то же время в нем будут отражаться окружающие предметы. Падающий свет отражается от поверхности преимущественно в прямом направлении. Угол отражения равен углу падения.

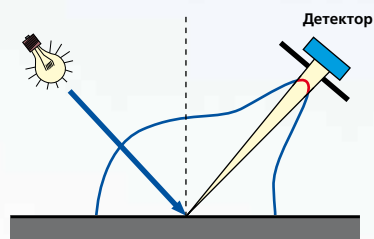


Для снижения глянца на поверхность экрана наносят светоотражающее покрытие с тонко структурированной, шероховатой поверхностью, диффузно рассеивающей свет во всех направлениях. Чем более равномерно рассеивается свет, тем менее интенсивным будет отражение в основном направлении. Поверхность будет казаться все более и более матовой.



## Блескомер

Международные стандарты предписывают выполнять измерения зеркального отражения с помощью блескомера. Интенсивность отраженного света измеряется в пределах небольшой зоны около отраженного луча.



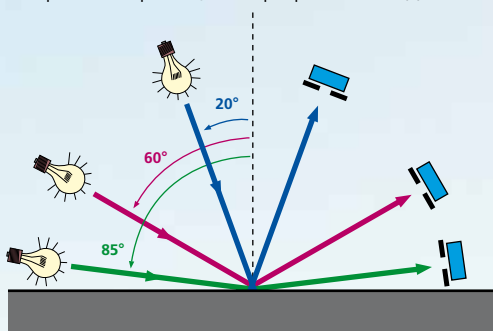
Источник света, имитирующий источник света CIE-C, помещается в фокусе коллиматорного объектива. Объектив датчика с отверстием в фокусной плоскости и последующим детектором освещения завершает основную оптическую конструкцию.

Интенсивность отражения зависит от материала и угла освещения. Результаты измерений соотносятся с количеством света, отраженного от черного блестящего эталона с определенным показателем преломления. Значение измерения для этого эталона равно 100 единицам блеска. Материалы с более высоким показателем преломления могут иметь результаты измерений выше 100 единиц блеска.

## Справочные документы

- |                   |   |
|-------------------|---|
| <b>ISO 2813</b>   | Определение блеска лакокрасочных покрытий, не обладающих металлическим эффектом, под углом 20°, 60° и 85° |
| <b>ASTM D523</b>  | Стандартный метод определения зеркального глянца  |
| <b>ASTM D2457</b> | Стандартный метод определения зеркального блеска полимерных пленок и твердых пластмасс                    |

Сильное влияние оказывает угол освещения. Чтобы получить четкое разграничение во всем диапазоне блеска — от блестящей до матовой поверхности, были стандартизированы три геометрии измерения, т. е. три различных диапазона:



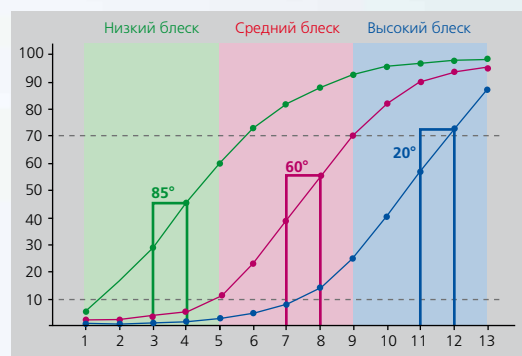
### Почему три диапазона измерения блеска?

Результаты, полученные при измерении с использованием единичной геометрии измерения, например, угол 60°, иногда плохо соотносятся с визуальными наблюдениями при сравнении образцов с различным уровнем блеска. Вот почему международные стандарты предусматривают измерения при трех различных углах, а именно 20°, 60° и 85°. Каждая из трех геометрий использует одну и ту же апертуру источника, но разную апертуру сенсоров. Выбор геометрии зависит от того, проводится ли общая оценка блеска, необходимо ли сравнение сильно блестящих поверхностей или измерение матовых образцов. Геометрия 60° используется для измерения большинства образцов или для определения, какую геометрию (20° или 85°) лучше использовать. Геометрия 20° более подходит для сравнения образцов, имеющих величину блеска при 60° выше, чем 70 единиц. Геометрия 85° используется для сравнения матовых образцов на предмет сияющего или близкого к скользящему блеска. Она применяется наиболее часто, когда образцы имеют значение блеска ниже 10 единиц блеска под углом 60°.

Уровень блеска	Значение 60°	Рекомендуемая геометрия
Полуглянцевые	от 10 до 70 единиц	геометрия 60°
Высокоглянцевые	> 70 единиц	геометрия 20°
Матовые	< 10 единиц	геометрия 85°

В целевом исследовании визуально оценивали 13 образцов с различным уровнем блеска от матовых до высокоглянцевых. Эти же образцы затем были измерены с помощью трех указанных геометрий. В средней части графика при крутом наклоне кривых можно четко увидеть различия между блеском образцов, в то время как в плоской части графика геометрия измерения больше не отражает визуальное восприятие.

Помимо этих трех геометрий, часто используется блескомер с углом освещения/измерения 45°, для измерения блеска полуглянцевых и высокоглянцевых пластиков и пленок.



## Блескомер micro-gloss

### Новый уровень в измерении блеска

- Непревзойденный отраслевой стандарт в измерении блеска
- Одно- и трехугловые блескомеры для высокоглянцевых и матовых поверхностей
- Автоматическая калибровка в держателе
- Режимы измерения для любых задач: Статистика – Отличия от эталона – Pass/Fail
- Непрерывное измерение – для контроля однородности блеска образцов с большой площадью поверхности
- Беспроводная передача данных



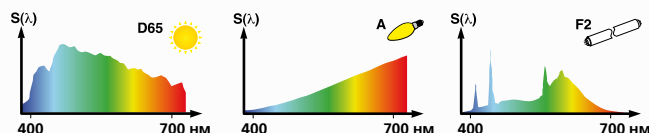
# Измерение цвета

**Цветной или бесцветный – вот в чем вопрос!  
Полупрозрачный или полностью непрозрачный –  
это другой вопрос! Прозрачные изделия могут иметь  
различные характеристики в зависимости от конечного  
применения. Как точно измерить цвет и уровень  
укрывистости, чтобы гарантировать стабильное  
качество в течение долгого времени?**

Восприятие цвета зависит от нашего индивидуального «вкуса», на который влияют настроение, пол, возраст, а также от условий освещения. К тому же, человек не способен запомнить определенный оттенок цвета и описать его достаточно четко.

## Стандартизация условий наблюдения

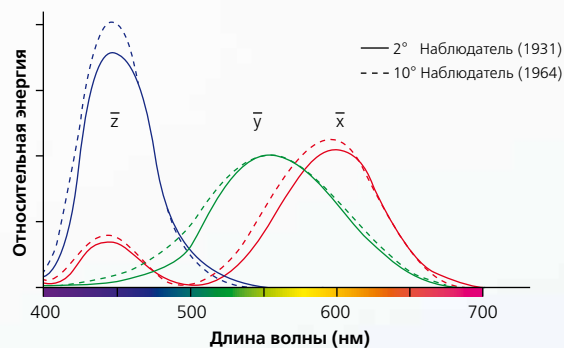
Для того, чтобы произвести визуальную и инструментальную оценку необходимо стандартизировать источник освещения, внешние условия наблюдения и наблюдателя. Международная комиссия по освещению (МКО, CIE) стандартизировала несколько наиболее широко используемых **источников освещения**.



## Справочные документы

<b>CIE 15</b>	Колориметрия
<b>ISO 6504</b>	Краски и лаки. Определение укрывистости.

**Наблюдатель для визуальной оценки** должен обладать нормальным цветовым зрением, пройти специальное обучение по сравнению и классификации цветов. Согласно требованиям к проведению визуальной оценки, наблюдатель должен периодически проходить проверку цветового зрения, поскольку оно может со временем изменяться (см. Руководство к ASTM E1499).  
**Наблюдатель для инструментального измерения цвета** стандартизируется по двум различным полям зрения: стандартный наблюдатель 2° и стандартный наблюдатель 10°. В настоящее время используется главным образом наблюдатель 10°, поскольку он моделирует большую область поля зрения и хорошо коррелирует с визуальным восприятием.



## Спектрофотометр spectro-guide Портативный прибор для контроля цвета

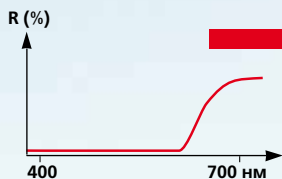
- Одновременное измерение цвета и блеска под углом 60°
- Инновационная светодиодная технология
  - Превосходная воспроизводимость и межприборная согласованность
  - Стабильные, не зависящие от температуры результаты в течение многих лет
  - Не требует частого обслуживания и ремонта, 10 лет гарантии на светодиоды





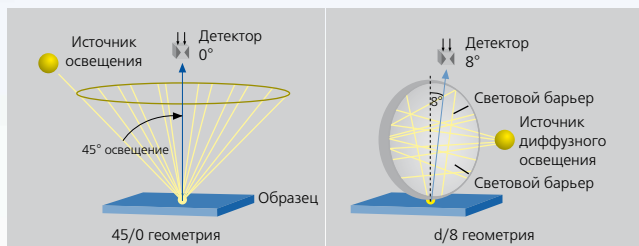
### Стандартизация параметров измерений

При инструментальном измерении цвета определяются оптические свойства изделия. Спектрофотометр измеряет количество света, которое отражается от объекта по различным длинам волн в видимом диапазоне (400-700 нм). Кривая отражения является «идентификационным отпечатком» цвета объекта.



### Стандартизация геометрии измерения

Стандартные геометрии спектрофотометров описаны международными стандартами.



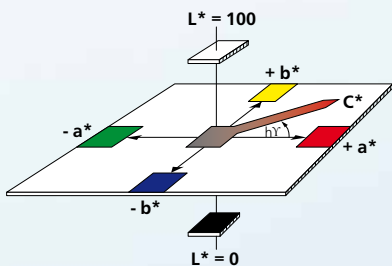
### 45/0 – Измерение цвета так, как видим его мы

Для контроля качества конечной продукции, имеющей простой цвет, используется круговое освещение под углом 45° с целью получения воспроизводимых результатов для различных структурированных поверхностей.

### d/8 – Измерение и контроль цветового тона

Диффузное освещение требуется для измерения оттенка цвета без учета блеска или текстуры поверхности.

Международные стандартизированные **системы цвета**, такие как широко известная система CIE Lab, объединяют данные стандартизированного источника света, стандартизированного наблюдателя и спектральные данные отражения в трех цветовых компонентах, описывающих степень светлоты, цветовой тон и насыщенность цвета.



Допуски устанавливаются либо по каждому компоненту цвета, либо по общему цветовому различию  $\Delta E^*$ .

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

### Индекс желтизны

Для близких к белому или почти бесцветных образцов, из спектральных данных вычисляется линейный показатель, так называемый «Индекс желтизны». Это количественный показатель степени отличия цвета образца от идеального белого. Чем выше значение, тем желтее выглядит образец.

Очень часто такие образцы не только кажутся желтоватыми, но могут отличаться по цветовому тону и интенсивности окраски. Поэтому для них требуется трехмерное описание цвета: красный/зеленый, желтый/синий и светлый/темный.

### Справочные документы

- ASTM E313** Стандартная методика для вычисления индексов желтизны и белизны по координатам цвета, измеренным с помощью приборов
- ASTM D1925** Индекс желтизны пластиков (отменен в 1995 г.)
- DIN 6167** Материалы почти белые или почти бесцветные. Описание пожелтения

### Измерение укрывистости

Укрывистость представляет собой способность тонкого прозрачного материала скрывать находящуюся за ним поверхность. Этот параметр иногда также называют «коэффициентом контрастности» и «непрозрачностью». Непрозрачность выражается как отношение величины отражения от материала на черной подложке к отражению материала на белой подложке.

$$\text{Укрывистость (\%)} = \frac{Y_{\text{черн.}}}{Y_{\text{бел.}}} \times 100$$

100% непрозрачность означает полную укрывистость: не заметно никакой разницы между материалом на черной и белой подложке.

# Сырье

**Сырье для изготовления пластмасс поставляется в виде бесцветных сыпучих гранул. Чтобы выражение «брак на входе - брак на выходе» не стало реальностью, стандартная система входного контроля качества сырья будет гарантией постоянства цвета, блеска и прозрачности конечного продукта. Поскольку гранулы часто имеют неправильную форму и разные размеры, то для получения воспроизводимых результатов измерений требуется стандартизированная подготовка образцов.**

Исходным материалом для производства любой пластмассы является сырая нефть, которая проходит несколько этапов перегонки, в результате чего получают прямогонный бензин (нафта), который затем подвергается крекингу и полимеризации. В зависимости от выбора исходного сырья, производственного процесса и добавок, могут быть получены различные характеристики конечных пластиков.

## Постоянство цвета

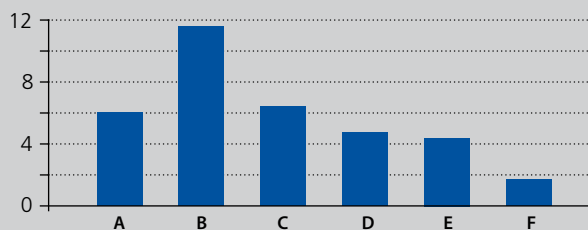
Сырье для пластика, например, полипропилен (ПП), который часто используется для получения цветных пластмасс, необходимо контролировать по уровню желтизны. Если

полимер не «белый», конечный цвет не будет соответствовать спецификации. Пожелтение могут вызывать загрязнения или примеси в сырье, а также изменения в производственном процессе (температура, количество катализаторов и т.д.).

Для быстрого и эффективного контроля качества, из пластиковых гранул отливают пластины определенной толщины с однородной поверхностью. Измерение пластин проводят спектрофотометром spectro-guide, который автоматически вычисляет индекс желтизны в соответствии с международными стандартами. Поскольку индекс желтизны — только одномерный показатель, он иногда не полностью описывает визуальное восприятие. Очень часто образцы также отличаются по цветовому тону и интенсивности окраски. Поэтому рекомендуется выполнять контроль цвета с использованием широко известной трехмерной системы измерения CIE Lab. В качестве индикатора желтизны в этой системе может использоваться значение параметра  $b^*$ .

Пластины образцов не всегда непрозрачны. Это значит, что оптические характеристики фона (подложки) влияют на результаты измерений. Для достижения наилучшего дифференцирования между различными продуктами рекомендуется использовать белый материал подложки. Характеристики материала, используемого в качестве подложки, необходимо согласовать между поставщиком и заказчиком. Кроме того, материал должен быть устойчив во времени и иметь постоянное качество.

**Индекс желтизны гранул полиэтилена (YI E313)**



## Готовые решения от ВУК-Gardner



**Измерение простого цвета и блеска**  
Спектрофотометр spectro-guide



**Блеск**  
Блескомер micro-gloss

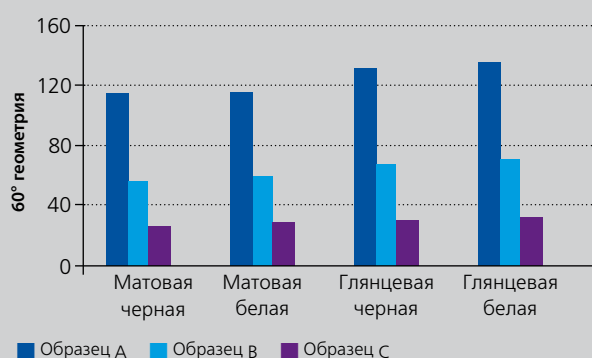


**Контрастный картон для нанесения покрытий**  
byko-charts

### Постоянство блеска

Поскольку в основном в качестве меры определения блестящего внешнего вида конечного продукта используется зеркальный блеск, в качестве образцов для конечного пользователя используют экструдированные пластины или пленки с одинаковым качеством. Эти образцы могут быть прозрачными и полупрозрачными. Чтобы избежать дополнительного отражения от фона, которое приведет к ошибочным измерениям блеска, за пленками или пластинами необходимо поместить матовую черную подложку. Можно использовать либо черную бумагу, либо матовый картон для измерений, такой как byko-charts. Материал подложки должен иметь значение блеска, близкое к нулю.

**Влияние подложки на результат измерения блеска**



### Постоянство прозрачности

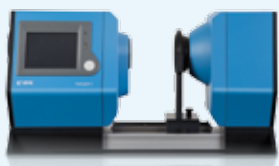
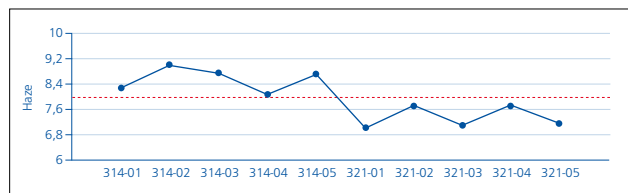
Внешний вид прозрачного изделия определяется его применением. Пластиковые контейнеры, используемые в пищевой промышленности, должны быть очень прозрачными, в то время как контейнеры для косметики (например, крема для лица) должны быть полупрозрачными и рассеивать свет, чтобы обеспечить долгосрочную стабильность продукта. Таким образом, эти параметры конечного изделия проверяются на тестовых пластинах или пленках, изготавливаемых экструзией и имеющих заданную толщину.

Фотометр haze-gard i — это универсальный прибор для измерения мутности, который определяет общее светопропускание и мутность в соответствии с методами ASTM и ISO. Образец для испытаний должен быть

достаточно большим, чтобы закрыть измерительную апертуру прибора и не должен иметь загрязнений или каких-либо других дефектов. Наиболее важным параметром сырья для изготовления пластиковых изделий является значение мутности. Целью является достижение как можно более низкого значения мутности — в идеале близкого к стеклу. В противном случае добавки, используемые в конечном продукте, так называемые осветлители, не могут гарантировать получения оптимальной прозрачности и требуемого тона окраски.

Основная сложность при измерении светопропускания и мутности пластиковых пластин состоит в точном позиционировании образцов. Для получения повторяемых результатов требуется точное размещение пластин напротив измерительной апертуры. Для этой цели были разработаны универсальные держатели для образцов, которые могут быть легко установлены на раму открытого пространства прибора.

Для эффективного управления процессом производства, пределы режима Pass/Fail для спецификаций различных продуктов можно ввести непосредственно в haze-gard i. Результаты измерения партии автоматически сравниваются со спецификацией. Зеленый или красный индикаторы на дисплее прибора позволяют быстро понять, соответствует ли данная партия требованиям спецификации или нет. Использование программного обеспечения Smart-Lab Haze делает этот анализ еще более простым. Для контроля процесса производства предусмотрены различные виды отчетов: отчет тренда, таблицы данных со статистикой и линейные графики с цветовой индикацией Pass/Fail.



**Светопропускание / Мутность**  
Фотометр haze-gard i



**Аксессуары для тонкой пленки**  
Держатель для тонкой пленки



**Аксессуары для пленки и пластин**  
Держатель для образцов

# Пленки

**Применение прозрачных пленок очень разнообразно. Термоусадочная пленка, покровная пленка для блистерной упаковки или медицинские пленки – каждое применение требует соблюдения конкретных требований при выборе материала и условий обработки. Упаковка для цветов должна быть очень прозрачной, чтобы одновременно защищать, но не скрывать ее содержимое. Пленки для продуктовых пакетов должны рассеивать свет. Однородная прозрачность может быть гарантирована только при проведении постоянного контроля исходных материалов и технологических факторов. При этом стандартизация подготовки образцов для испытаний играет немаловажную роль.**

## **Влияние характеристик материала и параметров переработки**

Помимо выбора полимера, на внешний вид пленки влияют параметры процесса переработки, такие как выбор процесса изготовления пленок: экструзия с раздувом или отлив из раствора. Пленка отлитая из раствора из-за быстрого охлаждения имеет лучшую прозрачность и блеск, на которые влияет качество поверхности валков. Многие параметры влияют на качество конечной пленки, например, плотность, распределение массы или индекс расплава полимера, а также факторы обработки, такие как однородность расплава, скорость или степень раздува. На степень кристалличности или антиадгезивные свойства влияют добавки.

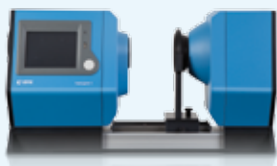
## **Внутренняя и поверхностная мутность**

Внутренняя мутность возникает при рассеивании света на дефектах, таких как поры или кристаллитные образования внутри материала. Внешняя (поверхностная) мутность является результатом рассеивания света поверхностными структурами.

При изготовлении пленок методом отлива, поддержание идеального состояния поверхности охлаждающих валков и контроль температуры охлаждения позволяют снизить шероховатость пленки. Поверхностная шероховатость выдувной пленки зависит от свойств текучести и кристаллизации расплава полимера.

Для улучшения качества продукции при производстве требуется четко определить вызвана ли мутность рассеиванием света структурами внутри пленки или неровностями поверхности, т.е. разграничить внутреннюю и поверхностную мутность. Для этого, используют жидкость с показателем преломления, аналогичным показателю преломления образца. Жидкость можно приобрести у поставщиков оптических приборов. Это позволяет исключить составляющую поверхностной мутности.

## Готовые решения от ВУК-Gardner



**Светопропускание / Мутность**  
Фотометр haze-gard i



**Аксессуары для пленки и пластин**  
Держатель для образцов



**Аксессуары для тонкой пленки**  
Держатель для тонкой пленки



Сначала образец измеряется без жидкости, чтобы получить его значение «общей мутности». Затем образец либо помещают в кювету с жидкостью, или с обеих сторон образца наносят тонкую пленку жидкости для измерения его внутренней мутности. В этом случае стоит уделить внимание нанесению однородного слоя без загрязнений или воздушных пузырьков. Разница между двумя значениями будет представлять собой мутность поверхности:

**Поверхностная мутность =  
Общая мутность - Внутренняя мутность**

На графике справа представлены результаты оценки мутности различных выдувных пленок из линейного полиэтилена низкой плотности. Данные показывают сильное влияние поверхностных факторов, связанных с общей мутностью, которая характерна для производства пленок методом экструзии с раздувом. Факторами влияния кроме полимера являются, например, вязкость расплава, степень раздува и скорость производственной линии.



**Аксессуары для жидкостей**  
Держатель для кюветы



**Аксессуары для жидкостей**  
Кюветы

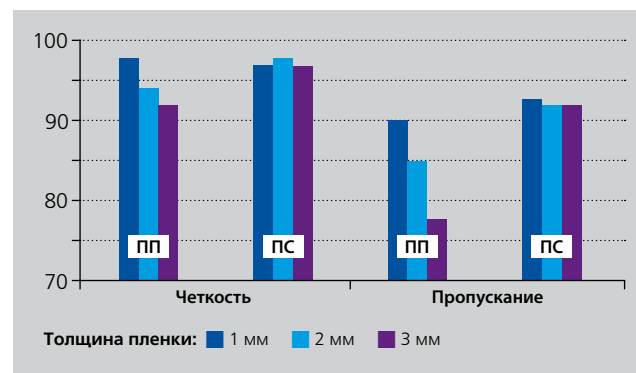


### Стандартизированная подготовка образцов

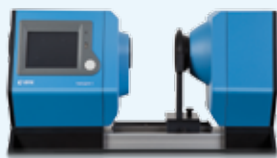
Разработка новых продуктов и надежная система контроля качества на производстве — требуют получения объективных данных измерений. Необходимым условием для точной оценки прозрачности является стандартизированная подготовка образцов и соблюдение одинаковых условий измерения. Образцы должны иметь четко определенную толщину. Также, важно соблюдать строгое позиционирование образцов напротив измерительной апертуры. Для некоторых материалов это может быть проблемой, например, для очень тонких термоусадочных пленок. Фотометр haze-gard i открытого типа позволяет устанавливать и легко менять держатели для различных типов пленок. Держатель для тонких пленок (кат. № 4784) препятствует сминанию пленки при измерении.

### Влияние толщины образца

Как было сказано выше, рассеивание света вызывают структуры на поверхности или в объеме материала. Одни полимеры обладают более сильным внутренним рассеиванием, чем другие. Ниже на графике показаны результаты измерений пластин из полипропилена и полистирола с различной толщиной. В то время как образцы полистирола не проявляют значительной зависимости пропускания света от толщины, значения пропускания и четкости для образцов из полипропилена уменьшаются с увеличением толщины, поскольку увеличивается количество рассеивающих частиц. Поэтому при сравнении внутреннего рассеивания материалов используют образцы с одинаковой толщиной. Иными словами, толщина образца является важной дополнительной информацией в спецификации изделия.



## Готовые решения от ВУК-Gardner



**Светопропускание / Мутность**  
Фотометр haze-gard i



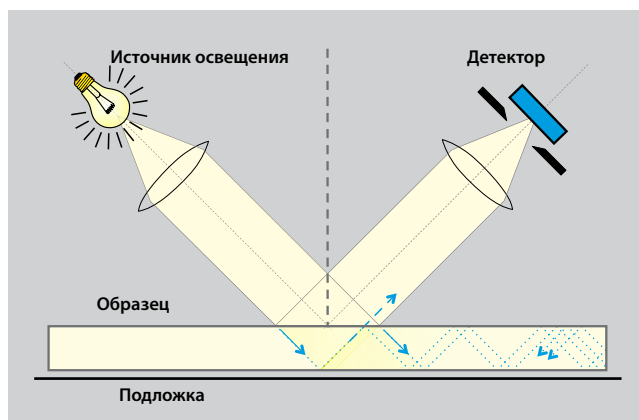
**Измерение простого цвета и блеска**  
Спектрофотометр spectro-guide



**Контрастный картон для нанесения покрытий**  
byko-charts

## Блеск пленок

Помимо прозрачности, основным параметром высококачественных пленок, вне зависимости от того, являются ли они блестящими глянцевыми пленками для упаковки или матовыми пленками для ЖК-экранов, является блеск. Международные стандарты регламентируют определение блеска при освещении под определенным углом по интенсивности отраженного света. В прозрачных материалах часть света проходит через поверхность образца, отражается от задней поверхности материала, и может также регистрироваться сенсором.



В этом случае дополнительное отражение зависит от подложки, которая существенно влияет на результат измерения. Чтобы свести к минимуму это влияние, рекомендуется использовать черную матовую подложку, например, специальный картон. При этом важно всегда использовать один и тот же материал подложки.

Дополнительные сложности возникают, если образцы слишком тонкие. Их трудно разгладить для измерения блеска при помощи блескомера. В этом случае, для позиционирования образца, можно использовать вакуумную пластину, чтобы гарантировать отсутствие воздушных пузырьков или неровностей, способных исказить результаты измерений блеска.

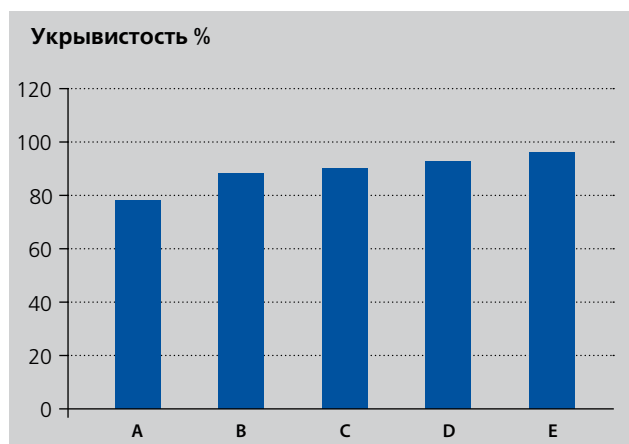
## Непрозрачность

Иногда идеальная прозрачность является нежелательной характеристикой изделия. Например, при изготовлении упаковочных пакетов требуется, чтобы их содержимое не было заметно снаружи, т.е. пакет должен быть непрозрачным. Параметр непрозрачности называют укрывистостью и контролируют посредством измерения цвета. Спектрофотометр spectro-guide автоматически рассчитывает соответствующий индекс.

Непрозрачность представляет собой способность тонкого прозрачного материала скрывать находящуюся за ним поверхность. Этот параметр иногда также называют «коэффициентом контрастности» и «укрывистостью». Непрозрачность выражается как отношение отражения материала на черной подложке к отражению материала на белой подложке.

$$\text{Укрывистость (\%)} = \frac{Y_{\text{черн.}}}{Y_{\text{бел.}}} \times 100$$

100% непрозрачность означает полную укрывистость: не заметно никакой разницы отражения материалом на черной и белой подложке. Для получения воспроизводимых результатов необходимо всегда использовать одну и ту же подложку, поэтому BYK-Gardner предлагает картон byko-charts для оценки непрозрачности, что обеспечивает стандартизированные измерения. На следующем графике приводится сравнение непрозрачности различных типов файлов вкладышей.



**Блеск**  
Блескомер micro-gloss



**Аксессуары для измерений прозрачности**  
Черный картон

# Прозрачные листы

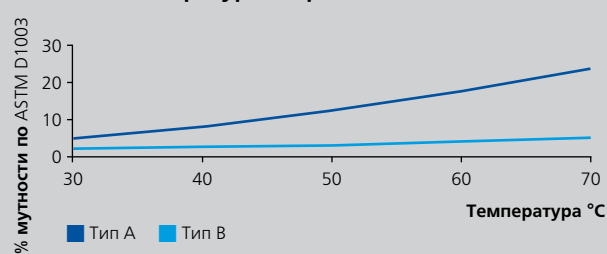
Легкий вес и универсальность светопрозрачных конструкций из полимеров обуславливают широту их применения, например, в качестве «органического стекла» для изготовления противозумных перегородок, оранжерей, спортивных арен, кровли, панелей солнечных батарей или павильонов для ожидания транспорта. Кроме того, усиленная жесткость и ударопрочность некоторых акриловых (ПММА) и поликарбонатных (ПК) листов позволяет использовать их в качестве защитного и архитектурного остекления, а также для автомобилей, авиационных судов, яхт или фургонов. В зависимости от области применения, требования к прозрачности будут сильно отличаться. Материалы должны проходить объективный контроль качества — часто в соответствии с очень строгой спецификацией.

## Влияние характеристик материала

Полимерные листы, предназначенные для наружного использования, должны выдерживать экстремальные погодные условия и сохранять высокую жесткость в течение длительного срока эксплуатации. Обычно, мутность акриловых пластин (ПММА) увеличивается при повышении температуры, что ограничивает их применение, например для изготовления автомобильных стекол, где низкий показатель мутности является ключевым требованием безопасности. Дальнейшая оптимизация позволила получить акриловые материалы с улучшенными свойствами, т.е. с незначительной зависимостью мутности от температуры. Такие материалы идеально подходят для использования в автомобилях, например в качестве задних стекол.

Автомобильные стекла проходят испытания механических и химических свойств, огнестойкости и светопропускаемости, сертифицируются на соответствие международным нормативам, например, ECE R43 или ANSI Z 26.1.

Влияние температуры на различные типы ПММА



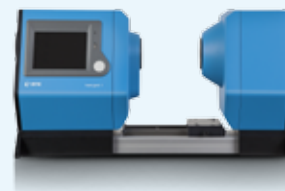
## Готовые решения от ВУК-Gardner



Измерение простого цвета и блеска  
Спектрофотометр spectro-guide



Блеск  
Блескомер micro-gloss



Светопропускание / Мутность  
Фотометр haze-gard i



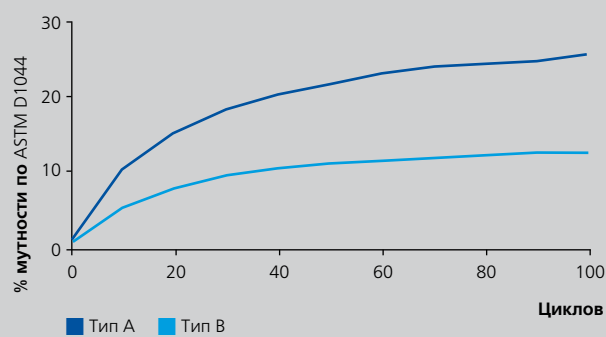


### Устойчивость к трению

Одним из критических ограничений применения пластмасс была и остается недостаточная устойчивость к истиранию, что во многих случаях требует дополнительных усилий по модификации полимеров или нанесения соответствующих покрытий. Широко используемым методом испытаний на абразивный износ является так называемый тест Табера в соответствии с ASTM D1044, при котором образец обрабатывается абразивными дисками при заданных условиях. После некоторого количества циклов измеряется значение мутности. Для обеспечения воспроизводимых и репрезентативных результатов имеется специальный держатель, позволяющий разместить образец так, чтобы обработанный абразивным диском участок располагался точно на оптическом пути светового луча фотометра haze-gard i.



Износостойкость по Таберу



В качестве примера, на графике выше показаны результаты истирания различных типов акриловых пластин без покрытия, используемых для остекления общественных зданий и спортивных сооружений.



Аксессуары для пленки и пластин  
Держатель для образцов



Аксессуары для пластин  
Держатель для образцов после абразиметра Табера



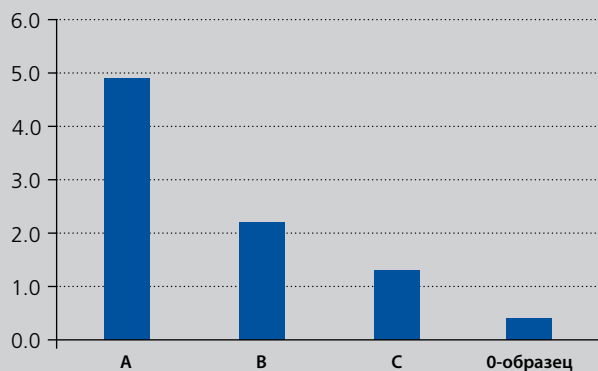
### Испытание на истирание щетками стеклоочистителя

Для некоторых применений необходимо адаптировать метод испытания абразивной стойкости к воздействиям, характерным для конкретного применения. Испытание на истирание щетками было разработано для имитации ускоренного износа автомобильных стекол при воздействии щеток стеклоочистителей в контролируемых лабораторных условиях. Вместо вращающихся абразивных дисков, к образцам применяется линейное возвратно-поступательное движение щетки стеклоочистителя. Испытуемый образец помещают в емкость, заполненную определенной суспензией по ISO 12-103-1 A4 при температуре окружающей среды.

Во время испытания выполняется 20 000 циклов. После испытания образцы промывают водой. Для окончательной оценки с помощью haze-gard i измеряется показатель мутности. Для получения репрезентативных показателей стойкости к истиранию, образец измеряют на центральном участке в 9 точках.



Стойкость к истиранию стекла с покрытиями (по изменению мутности) % мутности (ASTM D 1003)



## Готовые решения от ВУК-Gardner



Тестер для абразивного истирания  
Абразиметр для мокрого истирания



Комплект для абразивных испытаний  
Комплект для модификации

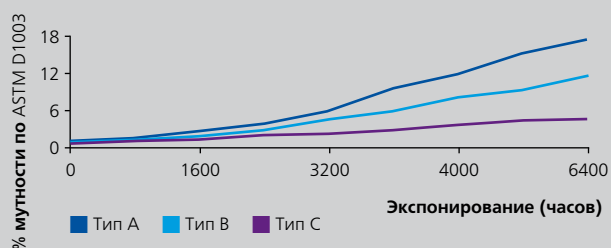


### Устойчивость к климатическим воздействиям

Ожидаемый срок службы уличных противомошных барьеров, солнечных батарей или автомобильного стекла достигает нескольких десятилетий. Суровые погодные условия влияют на стойкость и прозрачность пластиковых стекол. В настоящее время существует много видов полимеров — от светостойчивых до УФ-стабилизированных. В любом случае, натуральные и синтетические полимеры подвергают ускоренным испытаниям на климатическое старение, чтобы оценить влияние тепла, ультрафиолетового света и влажности на качество продукции. Таким образом, мутность и блеск измеряются через определенные промежутки времени воздействия факторов окружающей среды.

В следующем примере показаны значения мутности различных образцов из поликарбоната после искусственного климатического старения.

#### Искусственное климатическое старение пластин из поликарбоната (толщина 5 мм)



Поскольку старение на разных участках одного образца может быть неоднородным, рекомендуется провести несколько измерений и вычислить среднее значение. Кроме того, следует сравнивать только образцы одинаковой толщины.

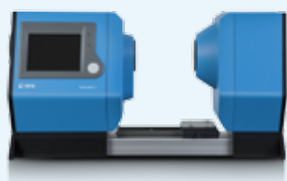
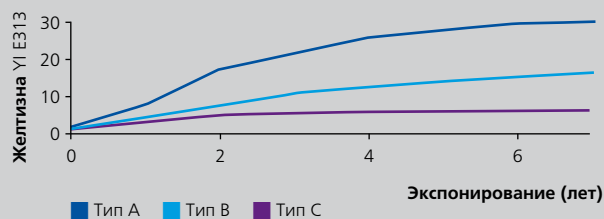
### Желтизна

Еще одним важным аспектом устойчивости к внешним воздействиям является тенденция полимеров к изменению цвета, главным образом, в сторону пожелтения, что, как правило, вызвано снижением светопропускания в синей области спектра. Пожелтение оценивается при измерении цвета материала на белой подложке. Рекомендуется всегда использовать одну и ту же подложку и образцы одинаковой толщины.

Портативный спектрофотометр spectro-guide удобен для контроля изменения оптических свойств при испытании на атмосферостойкость. Он измеряет спектральное распределение и координаты цвета по системе CIE Lab. Как правило, для быстрой проверки используется только индекс желтизны согласно стандарту ASTM Y1 E313 или Y1 D1925.

В следующем примере различные типы поликарбонатов подвергались естественному старению в течение нескольких лет.

#### Климатическое старение пластин из поликарбоната в естественных условиях (толщина 5 мм)



Светопропускание / Мутность  
Фотометр haze-gard i



Аксессуары для пленки и пластин  
Держатель для образцов



Измерение простого цвета и блеска  
Спектрофотометр spectro-guide

# Готовые решения от ВУК-Gardner для измерения прозрачных изделий

## Сырье – Гранулят

Формованные пластины / пленки

Очень тонкие пленки

### Аксессуары

- Держатель для пленок и пластин
- Держатель для тонкой пленки
- Картон byko-charts для оценки укрывистости



## Пленки

Формованные пластины / пленки

Очень тонкие пленки

### Аксессуары

- Столик для кювет с кюветами для оценки внутренней мутности
- Держатель для пленки и пластин
- Держатель для тонкой пленки
- Матовый картон byko-charts для измерения блеска
- Картон byko-charts для оценки укрывистости



## Прозрачные листы

Листы и пластины

### Аксессуары

- Держатель для пленки и пластин
- Держатель для образцов после абразиметра Табера
- Матовый картон byko-charts для измерения блеска
- Картон byko-charts для оценки желтизны



## Аксессуары для измерений прозрачности



Держатель для пленок и пластин  
Кат. № 4788



Держатель для тонкой пленки  
Кат. № 4784



Столик для кювет  
Кат. № 4786



Кюветы  
Кат. № 6180 – 6183



Набор стандартов мутности  
Кат. № 4795



Калибровочный эталон  
Кат. № 4777



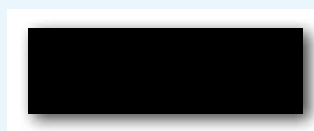
Набор стандартов светопропускания  
Кат. № 4783



Картон byko-charts для оценки  
укрывистости  
Кат. № 2813



Матовый картон byko-charts  
Кат. № 2832



Пластина для оценки истираемости, черная  
Кат. № 5015



Держатель для контроля образцов  
после абразиметра Табера  
Кат. № 4785



Абразиметр для мокрого  
истириания  
Кат. № 5000



Комплект для модификации  
Кат. № 5094

# Готовые решения от ВУК-Gardner для измерения прозрачных изделий

Объективный контроль от ВУК-Gardner

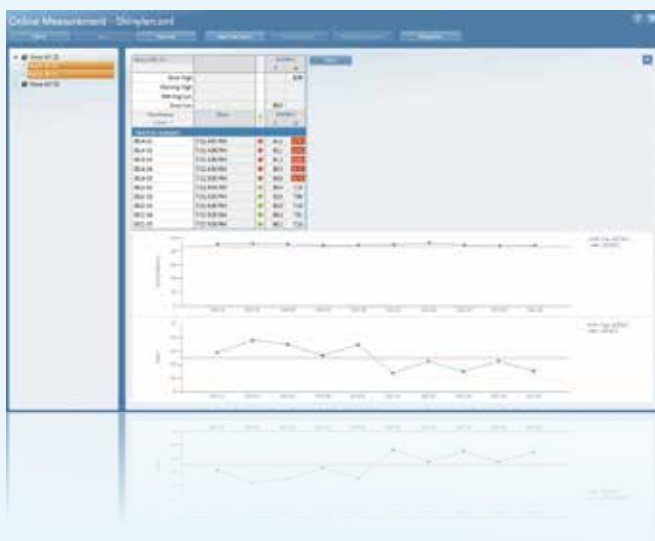


## Фотометр haze-gard i

Объективный контроль светопропускания и мутности.

Кат. № 4775

Программное обеспечение ВУК-Gardner



## Smart-Lab Haze

Онлайн-измерение. Мгновенный анализ данных.

Кат. № 4865



## Блескомер micro-gloss

Новый уровень в измерении блеска.

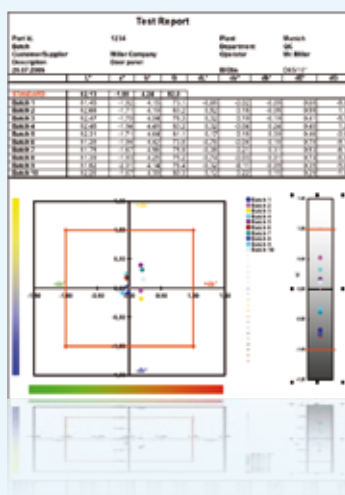
Кат. № 4446 micro-TRI-gloss



## Спектрофотометр spectro-guide

Полный контроль внешнего вида. Цвет и блеск в одном приборе.

Кат. № 6834 spectro-guide sphere | Кат. № 6801 spectro-guide 45/0



## easy-link

Профессиональная программа для управления и документирования данных.

Кат. № 4545

**BYK-Gardner GmbH**

Lausitzer Straße 8  
82538 Geretsried  
Germany  
Tel. 0-800-gardner  
(0-800-4273637)  
+49-8171-3493-0  
Fax +49-8171-3493-140

**BYK-Gardner USA**

9104 Guilford Road  
Columbia, MD 21046  
USA  
Phone 800-343-7721  
301-483-6500  
Fax 800-394-8215  
301-483-6555

**BYK-Gardner Shanghai Office**

6A, Building A  
Yuehong Plaza  
No. 88 Hongcao Road  
Xuhui District  
Shanghai 200233  
P.R. China  
Phone +86-21-3367-6331  
Fax +86-21-3367-6332

**БИК-Гарднер Гмбх  
Представительство в России**

191002 г. Санкт-Петербург,  
ул. Марата, д. 47/49, оф. С202  
Тел. +7-812-602-12-91