

Альбрехт Мюллер

# Окрашивание полимерных материалов

*Перевод с английского*  
д-ра физ.-мат. наук, проф.  
**С.В. Бронникова**

Санкт-Петербург

2006

**УДК 678.01:53**

**ББК 35.62**

**M98**

**Мюллер А.**

M98 Окрашивание полимерных материалов / Пер. с англ. С.В. Бронникова. — СПб.: Профессия, 2006. — 280 с., ил.

ISBN 5-93913-077-1

ISBN 3-466-22346-0 (англ.)

В книге детально рассмотрены все важнейшие аспекты окрашивания полимеров. В центре внимания — вопросы состава концентратов для окрашивания и предъявляемых к ним требований.

Описываются способы реализации не только обычных, но и специальных эффектов, возникающих при окрашивании полимерных материалов. Рассмотрены вопросы экологии и токсикологии, а также проблемы оценки качества окрашенных полимерных изделий и соответствия их эксплуатационных свойств нормативным актам и правилам безопасного использования.

Книга имеет практическую направленность и может служить руководством по устранению проблем, возникающих в процессе окрашивания полимеров. Кроме того, настоящее издание можно использовать как справочный материал при выборе колорантов.

All right reserved. Carl Hanser Verlag, Munich/FRG.  
Authorized translation from the original English language edition  
published by Carl Hanser Verlag, Munich/FRG

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную точность и полноту приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

**УДК 678.01:53**

**ББК 35.62**

ISBN 5-93913-077-1

ISBN 3-466-22346-0 (англ.)

© Carl Hanser Verlag, Munich, 2003

© Бронников С.В., перевод, 2005

© Изд-во «Профессия», 2006

# Содержание

Предисловие к русскому изданию .....	9
1. Введение .....	11
2. Способы окрашивания полимерных материалов .....	13
3. Требования, предъявляемые к концентратам для окрашивания полимерных материалов .....	16
3.1. Химическая стойкость .....	18
3.2. Устойчивость к миграции пигмента и обесцвечиванию .....	20
3.3. Усадка и коробление .....	23
3.4. Токсикология .....	25
3.4.1. Кратковременная токсичность .....	26
3.4.2. Хроническая токсичность .....	27
3.4.3. Мутагенность .....	28
3.4.4. Эмбриональная токсичность .....	28
3.4.5. Влияние на репродуктивную функцию .....	28
3.4.6. Экология .....	29
3.5. Термическая стойкость .....	29
3.6. Световая и атмосферная стойкость .....	33
3.6.1. Химическое строение колорантов .....	37
3.6.2. Концентрация колорантов .....	38
3.6.3. Типы и марки полимеров .....	40
3.6.4. Добавки .....	41

3.6.5. Параметры переработки .....	42
3.6.6. Интенсивность излучения .....	42
3.6.7. Температура окружающей среды .....	44
3.6.8. Загрязнение окружающей среды .....	44
<b>4. Состав концентратов для окрашивания полимерных материалов .....</b>	<b>45</b>
4.1. Цвет как элемент дизайна .....	45
4.1.1. Основы восприятия цвета .....	45
4.1.2. Метамеризм .....	47
4.1.3. Области использования цвета .....	48
4.2. Типы концентратов для окрашивания полимерных материалов .....	49
4.2.1. Гранулированные концентраты (маточные смеси) .....	50
4.2.2. Жидкие концентраты .....	55
4.2.3. Порошкообразные концентраты .....	57
4.2.4. Области использования концентратов .....	59
4.3. Классификация полимеров по способам их получения и переработки .....	60
4.3.1. Классификация полимеров .....	60
4.3.2. Биodeградируемые полимеры .....	65
4.4. Классификация колорантов .....	67
<b>5. Колоранты для окрашивания полимерных материалов .....</b>	<b>74</b>
5.1. Неорганические пигменты .....	74
5.1.1. Белые пигменты .....	82
5.1.2. Черные пигменты .....	92
5.1.3. Цветные пигменты .....	99
5.1.4. Перламутровые пигменты .....	118
5.1.5. Металлические пигменты .....	122
5.1.6. Проводящие пигменты .....	126
5.1.7. Пигменты для лазерной маркировки .....	127
5.1.8. Пигменты со специальными эффектами .....	129
5.2. Органические пигменты .....	131
5.2.1. Азопигменты .....	132
5.2.2. Полициклические пигменты .....	165
5.2.3. Прочие пигменты .....	182

5.3. Красители .....	192
5.3.1. Синие красители .....	201
5.3.2. Коричневые красители .....	203
5.3.3. Желтые красители .....	203
5.3.4. Зеленые красители .....	206
5.3.5. Оранжевые красители .....	208
5.3.6. Красные красители .....	210
5.3.7. Фиолетовые красители .....	212
5.3.8. Черные красители .....	214
5.4. Органические колоранты со специальными эффектами .....	214
5.4.1. Флуоресцентные колоранты .....	214
5.4.2. Оптические отбеливатели .....	216
5.4.3. Крапчатые пигменты .....	219
5.4.4. Термохромные колоранты .....	219
5.4.5. Имитаторы мрамора .....	221
<b>6. Добавки к полимерам .....</b>	<b>223</b>
6.1. Антибактериальные добавки .....	224
6.2. Антистатика .....	225
6.3. Замедлители горения .....	227
6.4. Наполнители .....	229
6.5. Диспергирующие агенты, скользящие добавки и антиадгезивы .....	231
6.6. Центры кристаллизации .....	232
6.7. Стабилизаторы .....	234
6.8. Вспенивающие агенты .....	239
6.9. Пластификаторы .....	239
<b>7. Ошибки, возникающие при окрашивании полимеров, и пути их устранения .....</b>	<b>241</b>
<b>8. Оценка качества окрашенных полимерных материалов .....</b>	<b>249</b>
<b>9. Особенности конструкции литьевых форм .....</b>	<b>256</b>

---

<b>10. Нормативные акты по окрашенным полимерным изделиям .....</b>	<b>258</b>
10.1. Потребительские товары: определение и предъявляемые требования .....	260
10.2. Безопасность игрушек .....	261
10.3. Требования, предъявляемые к компонентам окрашенных полимерных изделий .....	263
10.3.1. Полимеры .....	263
10.3.2. Колоранты .....	264
10.3.3. Добавки .....	268
<b>Литература .....</b>	<b>270</b>
<b>Дополнительная литература .....</b>	<b>273</b>
<b>Список красителей .....</b>	<b>274</b>

# Предисловие к русскому изданию

В последние десятилетия полимерные материалы широко используются для изготовления потребительских товаров различного назначения. Их привлекательному внешнему виду в большой степени способствует «правильно» выбранная окраска полимера. За рубежом проблемам окрашивания полимеров уделяется большое внимание. В частности, издается большое число монографий по данному вопросу как практического, так и теоретического характера. К сожалению, на русском языке по указанным выше проблемам литературы практически нет, поэтому перевод и издание монографии А. Мюллера «Окрашивание полимерных материалов», безусловно, является событием. Монография была издана в Германии издательством *Hanser*. В связи с успешной продажей на европейском рынке она была переиздана на английском языке американским отделением того же издательства. Читателям предлагается перевод на русский язык американской версии монографии.

Особенностью предлагаемой вниманию читателей книги является простота изложения материала, что делает ее доступной широкому кругу специалистов. Разумеется, ее нельзя считать исчерпывающей, поскольку некоторые разделы теоретического характера (например, 4.1 и 4.3) изложены весьма кратко. Поэтому читателям, желающим углубить свои знания в области цветоведения и колористики, а также физики и химии полимеров, предлагается дополнительный список литературы, более доступной, чем предлагаемой автором, ориентированной в основном на немецкие источники.

Предлагаемая монография имеет главным образом практическую направленность. Так, глава 7 является непосредственным руководством по устранению проблем, возникающих в процессе окрашивания полимеров. Почти половину

объема книги занимает глава 5, которую можно использовать как справочный материал при выборе колорантов. В центре внимания автор ставит вопросы состава концентратов для окрашивания полимерных материалов (главы 4 и 6) и предъявляемых к ним требований (глава 3). Автор описывает способы реализации не только обычных, но и специальных эффектов, возникающих при окрашивании полимеров (разделы 5.1.4–5.1.8 и 5.4). В последние годы большое внимание уделяется проблемам экологии и токсикологии, а также проблемам оценки качества окрашенных полимерных изделий и соответствия их эксплуатационных свойств законодательствам и правилам безопасного использования. Этим вопросам посвящены раздел 3.4 и главы 8 и 10. Таким образом, ценность монографии состоит в детальном анализе всех практических вопросов и проблем, касающихся окрашивания полимеров.

Выражаю надежду на успех книги среди специалистов в области переработки и окрашивания полимерных материалов.

*Доктор физ.-мат. наук,  
профессор С.В. Бронников,  
Институт высокомолекулярных соединений РАН,  
Санкт-Петербург,  
декабрь 2005 г.*



# 1. Введение

Человека везде и всюду окружает цвет, будь то естественный цвет флоры и фауны или синтетический цвет одежды, мебели, домашней утвари и т. д.

Многие предметы, используемые в повседневной жизни, сделаны из окрашенных полимерных материалов. Несмотря на то что соблюдению технических стандартов при окрашивании полимеров в последнее время уделяется большое внимание, вопросы, проблемы и ошибки все еще возникают, что неудивительно ввиду использования различных исходных материалов (полимеров и колорантов), правил, нормативов и специальных требований заказчика. Последние неизбежно вызывают обсуждение между заказчиком и производителем, поскольку некоторые требования противоречат друг другу, и в полном объеме все требования заказчика обычно не могут быть удовлетворены.

Опыт показывает, что производители полимеров часто имеют весьма поверхностное представление о составе концентрата для окрашивания; в то же время специалисты по окрашиванию часто имеют весьма смутное представление о полимерах и способах их переработки. Поэтому интенсивный обмен информацией между двумя этими группами производителей очень важен. Понимание проблем одной группы представителями другой группы будет, безусловно, способствовать достижению высоких результатов их совместной деятельности.

В книге детально рассмотрены все важнейшие аспекты окрашивания полимеров. Разумеется, особое внимание уделяется полимерам и колорантам, их характерным свойствам и их взаимодействию, некоторые из которых могут иметь неблагоприятные последствия. Их необходимо знать, чтобы научиться избегать.

Список всех колорантов содержится в Каталоге колорантов. Название и номер колоранта в Каталоге ничего не говорит о его химическом строении. Между тем, информация о химическом строении колоранта для специалиста по окрашиванию совершенно необходима, поскольку дает возможность прямо оценить важнейшие свойства колоранта. По этой причине каждый колорант, поставляе-

мый производителю полимерных изделий, обычно снабжается химической формулой, если она не является коммерческой тайной.

Окрашивание полимеров регулируется законами, правилами и нормативами. Некоторые колоранты в прошлом успешно и широко использовались, а в настоящее время запрещены вследствие новых данных об их токсичности и (или) вредном воздействии на окружающую среду. Так произошло, в частности, со свинцовыми и кадмиевыми пигментами, а также с некоторыми дисазодиарилными пигментами и азокрасителями.

Предлагаемая читателю книга была бы неполной без описания теории цвета и цветовых ощущений. Однако в связи с ограниченным объемом книга содержит лишь основы теории цвета. Для получения больших знаний в области цветоведения и колористики рекомендуем обратиться к литературе [1, 2]\*.

---

\* Здесь и далее автор ориентируется, главным образом, на литературу, изданную на немецком языке. Для читателей, владеющих английским языком, рекомендуем исчерпывающие монографии энциклопедического характера [P1, P2]. На русском языке имеется классическая монография [P3] и учебник [P4]. — *Здесь и далее примеч. перев.*

## 2. Способы окрашивания полимерных материалов

Для получения окрашенных полимерных материалов существуют две возможности введения колоранта: путем окрашивания полимерного материала в массе или же добавлением концентрата, в состав которого входит полимер, колорант и специальные добавки. Оба способа имеют как преимущества, так и недостатки.

Окрашивание полимера в массе преимущественно используется для полимерных материалов, некоторые характеристики которых (механическая прочность при длительной эксплуатации, негорючесть) жестко определены. Прежде всего это относится к полимерам конструкционного назначения. Для таких полимеров цвет как таковой не играет большого значения, поскольку он определяется международными стандартами.

Все производители полимеров конструкционного назначения имеют специальные классификаторы, в которых регламентируется цвет выпускаемого изделия. Кроме того, если заказывается для производства большая партия товара, цвет специально оговаривается заказчиком. Причина такого требования к цвету часто заключается в желании заказчика использовать свой «фирменный» цвет для изделий, поставляемых на рынок. Количество таких «фирменных» цветов в последнее время сильно возросло. В связи с этим производителям полимеров становится все труднее приобретать «фирменные» красители по приемлемым ценам.

Решить возникающую проблему может окрашивание изделий с использованием концентратов. В последние годы производители концентратов уже почувствовали тенденцию к увеличению спроса на их продукцию.

Перечислим основные недостатки и достоинства окрашивания полимеров в массе.

- *Недостатки:*
  - высокая стоимость окрашенного изделия;
  - длительность процесса;
  - сравнительно высокая стоимость сырья;
  - возможность использования лишь стандартных цветов;
  - ограниченное количество изделий в партии;
  - остаток неиспользованного сырья.
- *Преимущества:*
  - оптимальное распределение цвета в изделии;
  - использование стандартного оборудования;
  - гарантированное качество;
  - легкость устранения рекламаций со стороны заказчика.

Совершенно иная ситуация возникает при изготовлении изделий повседневного спроса. В потребительских товарах «правильно» выбранный цвет играет очень большую роль; кроме того, цвет этой группы товаров меняется практически ежегодно вследствие изменчивости моды. Производители полимеров могут следовать последним веяниям моды на цвет, используя концентраты для окрашивания. Только путем использования концентратов производство полимерных материалов будет достаточно гибким, удовлетворяющим последним тенденциям моды; одновременно появляется свобода в выборе наиболее подходящего типа полимера для каждого изделия и (или) возможность реагировать на изменение стоимости полимерного сырья.

Перечислим теперь недостатки и достоинства использования концентратов:

- *Недостатки:*
  - необходимость дополнительного оборудования, например, дозирующего устройства, предварительно смешивающих устройств, устройств для измерения цвета и т. д.;
  - наличие в экструдере шнека смешивающего профиля;
  - дополнительное обучение обслуживающего персонала;
  - жесткие требования соответствия качества окрашивания.
- *Преимущества:*
  - непродолжительность процесса окрашивания;
  - низкая стоимость сырья;
  - поставка и хранение концентратов в контейнерах и других емкостях;
  - необходимость малых количеств концентрата;
  - высокая гибкость в достижении нужного цвета;
  - быстрая поставка новых концентратов от производителей;
  - быстрая и легкая смена цвета на перерабатывающем оборудовании;
  - больше возможностей гибкого реагирования на повышение цен.

Рассматривая все преимущества окрашивания с помощью концентратов, становится понятным, почему такой способ окрашивания получил широкое распространение при производстве товаров широкого потребления. Этому способствует доступность концентратов, обеспеченная большим числом их производителей. Чтобы выбрать концентрат для получения изделия подходящего цвета, необходимо предварительно изучить все характеристики изделия, включая специальные требования, очень часто включаемые заказчиком при заключении договора о производстве окрашенных полимерных изделий. Состав концентратов будет рассмотрен в следующих главах.

### 3. Требования, предъявляемые к концентратам для окрашивания полимерных материалов

Первый этап в составлении композиции концентрата — выбор нужного цвета. Этого можно достичь, используя различные международные Цветовые каталоги, такие как *Panton* или *HSK, RAL* (Германия), образцы окрашенных лакированных металлических пластин или просто окрашенные бумажные образцы. Наиболее экстремальный способ выбора нужного цвета заключается в использовании небольшого куска окрашенной бумаги, оторванного в магазине от каталога или рекламы. Опыт показывает, что такой способ выбора цвета происходит гораздо чаще, чем это можно было бы предположить.

Если есть возможность измерить цвет с помощью спектрофотометра, специалист по окрашиванию, комбинируя эту информацию с компьютерными данными, получает предварительную рецептуру, которую он должен адаптировать ко всем требованиям заказчика, включая достижение необходимого цвета полимерного материала.

Следующими этапами является создание точной рецептуры цвета, получение предварительного образца путем пробной отливки изделия и сравнение его цвета с контрольным образцом. Эти этапы должны быть многократно повторены, пока совпадение цвета не будет достигнуто. Если предварительно отлитый образец точно воспроизводит цвет, изготавливают опытный образец и отправляют его заказчику с запросом на одобрение. Одновременно использованная при окрашивании рецептура отправляется в архив. Описанные выше процедуры сведены в схему, представленную на рис. 3.1.