



*Dow Plastics*

# **ЭПОКСИДНЫЕ ПОРОШКОВЫЕ ПОКРЫТИЯ**

## **Основные сведения о порошковых покрытиях**

## Содержание

Основные сведения о порошковых покрытиях .....	2
Декоративные порошковые покрытия .....	3
Защитные порошковые покрытия.....	3
Наполнители, красители и добавки .....	3
Наполнители .....	4
Пигменты .....	4
Совместимость с другими компонентами рецептуры .....	4
Устойчивость процесса.....	4
Токсичность .....	4
Устойчивость к УФ-свету.....	4
Маслоемкость .....	5
Добавки .....	5
Регуляторы текучести .....	5
УФ-стабилизаторы .....	5
Тиксотропные реагенты и разжижители.....	5
Другие добавки.....	5
Типы отвердителей.....	5
Измерение свойств–испытание порошков и отвержденных пленок.....	6
Устойчивость при хранении.....	6
Реакционная способность (время гелеобразования).....	6
Текучесть порошков.....	6
Термический анализ.....	6
Испытание отвержденных пленок .....	7
Производство порошковых покрытий.....	9
Получение смесей при плавлении .....	9
Предварительное смешивание .....	9
Экструзия .....	10
Охлаждение.Размельчение. Размол и просеивание .....	12
Нанесениепорошковых покрытий .....	14
Предварительная обработка поверхности .....	14
Грунтовочные слои и промоторы адгезии .....	14
Нанесениепокрытий в псевдооживленном слое.....	14
Нанесениепокрытий методом электростатического распыления.....	15
Меры безопасности и обращение .....	16

## Основные сведения о порошковых покрытиях

Постоянные работы по усовершенствованию рецептуры, оборудования для нанесения покрытий и повышению эффективности технологических процессов привели к тому, что порошковые покрытия являются сегодня одним из самых предпочтительных технических решений, связанных с отделочными работами. Порошковые покрытия - это наиболее быстро развивающийся сектор отрасли, занимающейся покрытиями, поскольку метод нанесения таких покрытий отвечает требованиям охраны окружающей среды и обеспечивает высокое качество рабочих характеристик получаемого продукта при наименьшей стоимости одного квадратного метра покрытия по сравнению с остальными видами покрытий.

Подбор определенных эпоксидных смол и отвердителей для получения и нанесения порошкового покрытия был начат в США в начале шестидесятых годов, когда технология получения и нанесения этих покрытий получила промышленное признание. В это время компания The Dow Chemical Company и ее филиалы, как в США, так и в Европе, включились в процесс разработок по получению специальных смол и отвердителей, приспособленных только для порошковых покрытий. Тогда как в США рынок был сконцентрирован в большей степени на защитных порошковых покрытиях, в Европе большее внимание было уделено декоративным покрытиям. Однако в последние годы и в США, где рынок быстро расширяется, был отмечен интерес к декоративным покрытиям.

В 1997 г. по оценке во всем мире было использовано 650 000 метрических тонн порошковых покрытий. Это составило около 6% всех покрытий, нанесенных в 1997 г. в промышленных условиях. Около 48% этих систем, по оценке, составляли порошковые покрытия гибридного типа (эпоксиполиэфирные); около 14% составляли чистые эпокси- и 24% - чистые полиэфирные порошки для наружного применения, полиуретаны составляли 12% и оставшиеся 2% - акриловые порошковые покрытия. Среди всех промышленных покрытий использование порошков возрастало самыми быстрыми темпами. Порошковые покрытия являются на 100% твердыми материалами и не содержат растворителей. Обычно они наносятся с помощью оборудования для электростатического распыления. При этом частицы порошка заряжены и поэтому притягиваются к заземленной поверхности покрываемого объекта.

Покрытые предметы помещают в горячую камеру (температура от 140 до 200°C), где частицы порошка плавятся, растекаются и вступают в химическую реакцию с отвердителем, образуя гладкое покрытие.

Декоративные порошковые покрытия обычно применяют для оборудования для кемпингов и больниц, игрушек, бытовых электроприборов, деталей автомобилей, офисной и кухонной мебели и др.

Защитные порошковые покрытия обычно применяют для защиты деталей и оборудования, подверженных интенсивной коррозии: стальных трубопроводов, стального арматурного проката, обмоток электродвигателей, а также для герметизации электронного оборудования.

Можно выделить следующие основные преимущества порошковых покрытий перед покрытиями на основе растворителей:

- В процессе покрытия не используют растворители - уменьшается пожароопасность, загрязнение воздуха незначительно, процесс малотоксичен для операторов.
- Покрытие состоит из одного слоя: единственный слой выполняет все необходимые декоративные и защитные функции. Отсутствуют осложнения с удалением растворителей перед нанесением каждого слоя покрытия.
- Высокая эффективность переноса: легко достигается показатель более, чем 90% (по сравнению с 30-50% в покрытиях с жидким распылением).
- Избыток нанесенного порошкового покрытия легко удаляется, поскольку покрытие является твердым на 100%. Не нужно регулировать вязкость путем разбавления, как для обычных красок, сильно уменьшается стекание капель, отсутствует забивание фильтров и распылительных камер.
- Высочайшая степень автоматизации среди всех процессов покрытий, известных сегодня. Главные параметры процесса, такие как толщина пленки и прочность сцепления с объектом

легко поддаются контролю путем регулировки напряжения, а не субъективным «чувством пальца» оператора.

- Малое количество отходов благодаря высокой степени автоматизации.
- Очень экономичные системы.
- Высокая степень сопротивления химическим воздействиям, высокие гибкость, адгезия, термоустойчивость и прочность.
- Упаковка покрытий без дополнительной обработки, как «готовых к применению».
- Возможен широкий выбор оттенков и глянца.

### **Декоративные порошковые покрытия**

Порошковые покрытия представляют собой гомогенную смесь смол, отвердителя, наполнителя, красящего пигмента и модификатора текучести. После нанесения эти свободно растекающиеся порошки при нагревании плавятся с образованием сплошной пленки. Эпоксидные смолы марки D.E.R. \* используются как для декоративных, так и для защитных порошковых покрытий.

Декоративные порошковые покрытия на основе эпоксидных смол придают предмету эстетический вид и высокую степень защиты, а также весьма привлекательны с экономической точки зрения. Обладающие высокой твердостью, сопротивлением коррозии, гибкостью и адгезией декоративные порошковые покрытия на основе эпоксидных смол D.E.R. позволяют получать большое разнообразие отделки изделия: поверхность от гладкой до сложной со специальной текстурой, от слегка глянцевого до высокоглянцевого.

Эпоксидные смолы можно легко комбинировать с другими функциональными полимерами, такими как полиэфир. Гибридные системы на основе эпоксидов и полиэфиров обычно придают пленке хороший глянец и прочность с отличным сохранением цвета и стойкостью к перегреву. Гибридные эпокси-композиции представляют собой хорошую альтернативу в тех случаях, когда жесткость покрытия и сопротивление действию растворителей не являются решающими требованиями.

Как правило, отвержденное декоративное порошковое покрытие имеет толщину от 25 до 150 микрон и используется на металлах, стекле и пластмассе. Используется при изготовлении игрушек, оборудования для отдыха, бизнеса, ферм, офисной мебели, бытовых электроприборов, садового инвентаря, электроинструментов, деталей автомобиля (масляных фильтров, амортизаторов, блоков двигателя).

### **Защитные порошковые покрытия**

Защитные порошковые покрытия на основе эпоксидных смол обеспечивают длительную защиту от коррозии изделий из металла. Эпоксидные порошковые покрытия продолжают оставаться общепринятым стандартом свойств для защитных покрытий.

### **Наполнители, пигменты и добавки**

В зависимости от назначения состав порошковых покрытий может существенно изменяться. Если покрытие предназначено для игрушек, необходимо тщательным образом подобрать красители, однако, в случае покрытий для труб этот фактор может иметь лишь второстепенное значение. Маточные смеси жидких добавок, таких как реагенты, способствующие текучести, могут в одной системе отсутствовать, а в другой - являться составной частью специально подобранной эпоксидной смолы или отвердителя.

Совокупность смолы, отвердителя и реагента, контролирующего текучесть, обычно рассматривают как связывающую часть эпоксидной порошковой системы. Все прочие компоненты относятся к наполняющей части системы. Поэтому порошковое покрытие может иметь состав, приведенный на Рис. 1.

---

\* Товарный знак The Dow Chemical Company.

Перекрывающиеся сегменты в части диаграммы, относящейся к смоле и отвердителю, показывают, что, хотя суммарное содержание связывающей части может быть постоянным, возможны значительные колебания в соотношении смола/отвердитель, в зависимости от того, какой именно отвердитель выбран. Так, например, в случае порошкового покрытия с отвердителем ангидридного типа, большую часть связующей компоненты могут составлять смолообразные аддукты отверждающих реагентов типа ангидридов кислот. Чтобы определить оптимальное соотношение между смолой и отвердителем в каждом конкретном случае, необходимо использовать таблицы свойств различных отвердителей.

### **Рис. 1. Состав эпоксидного порошкового покрытия**

1. Смола
2. Наполнитель
3. Отвердитель
4. Добавки
5. Пигмент
6. Реагент, контролирующий текучесть

### **Наполнители**

Характеристики пленки и ее физические свойства прямо зависят от типа и процентного содержания наполнителей, введенных в порошковое покрытие. Такая зависимость представлена на Рис. 2.

### **Пигменты**

Сегодня большинство производителей красителей предлагают целый ряд оттенков, подходящих для получения порошкового покрытия, а многие из них прилагают также литературу с начальными рецептурами. На выбор красителя для получения порошкового покрытия влияют следующие факторы.

#### *Совместимость с другими компонентами рецептур.*

Ряд конкретных органических красителей может изменить свои высокотемпературные характеристики под действием следов катализаторов-аминов или отвердителей, содержащих аминогруппу.

#### *Устойчивость в процессе обработки*

Красители, используемые для получения порошковых покрытий, должны сохранять устойчивый цвет как во время образования собственно покрытия при плавлении смеси смолы с отвердителем, так и в процессе горячей сушки в горячей камере. Это особенно важно, поскольку процесс получения порошковых покрытий не позволяет после смешивания компонентов проводить операции «подкрашивания», как иногда делают в случае обычных растворимых красителей.

#### *Токсичность*

Как и в случае обычных красителей, используемые для получения порошковых покрытий пигменты должны соответствовать некоторым стандартам при их использовании для декоративных целей, например, для бытовых электроприборов и игрушек. Эти стандарты могут быть установлены по договоренности с покупателем. Они устанавливают максимально допустимое содержание тяжелых металлов, таких как свинец, ртуть, кадмий, цинк и барий.

#### *Устойчивость к УФ-облучению*

Эпоксидные связующие, как правило, не обладают достаточно высокой способностью переносить атмосферные условия или устойчивостью к УФ-облучению, и поэтому они могут использоваться только внутри помещений. В таких случаях устойчивость к УФ-облучению не должна быть основным требованием, предъявляемым к красителям для порошковых покрытий. Однако возрастающими темпами увеличивается число красителей, содержащих УФ-стабилизаторы, которые значительно повышают устойчивость всей рецептуры к действию УФ-облучения.

#### *Маслоемкость*

Хотя показатели маслосмачиваемости указывают на способность пигмента к «смачиванию», их истинное значение в процессе получения сухих порошковых покрытий не вполне ясно. В случае некоторых пигментов (и наполнителей) высокие показатели маслосмачиваемости оказывают положительное влияние на процесс получения порошковых покрытий при плавлении состава. Другие работы показали, что устойчивость пленок порошковых покрытий к влаге может быть связана с показателями маслосмачиваемости некоторых образцов диоксида титана.

Имеется множество марок пигментов, пригодных для получения порошковых покрытий с необходимой устойчивостью цвета и устойчивостью в ходе процесса. Как правило, для получения порошковых покрытий на основе эпоксидов применяют следующие пигменты: диоксид титана, красная окись железа, желтая окись железа, окись хрома, сажа, голубой и зеленый фталоцианин.

Аналогично для получения порошковых покрытий пригодны некоторые наполнители: обработанные и необработанные силикаты кальция и металлов-аналогов и другие силикаты, слюда, сульфат бария, карбонат кальция, диоксид титана и окись железа.

## **Рис. 2. Влияние процентного содержания наполнителя на физические свойства**

1. % наполнителя
2. Свойства порошка
3. Глянец
4. Гибкость
5. Реакционная способность
6. Текучесть пленки
7. Пористость
8. Структура
9. Устойчивость к УФ-облучению
10. Насыпная плотность/Удельный вес
11. Стоимость исходных материалов
12. Устойчивость при хранении
13. Низк.
14. Высок.

## **Добавки**

### *Модификаторы текучести*

Модификаторы текучести добавляют к эпоксидным порошковым покрытиям для улучшения показателя смачиваемости рецептуры. Эти вещества можно купить у целого ряда поставщиков. Модификаторы текучести уменьшают поверхностное натяжение расплава порошка и/или придают расплаву смачивающую способность (маслянистость), позволяя тем самым покрытию образовать гладкую отвержденную пленку, свободную от дефектов поверхности. Контролирующие текучесть реагенты должны быть совместимы с другими компонентами рецептуры и не должны влиять на реакционную способность системы в целом.

### *УФ-стабилизаторы*

Такие УФ-стабилизаторы, как бензотриазолы и бензофеноны, можно использовать в количестве менее, чем 0.5% по весу, чтобы уменьшить разрушение пленки и тенденцию к потере окраски покрытия из эпоксидных смол при действии прямых солнечных лучей. Однако, даже с применением этих стабилизаторов, эпоксидные покрытия нельзя отнести к типу покрытий, устойчивых к атмосферным условиям. УФ-стабилизаторы обычно используют в декоративных порошковых покрытиях.

### *Тиксотропные реагенты и разжижители*

Дымящий силикагель иногда применяют в качестве сухой добавки к защитным порошковым покрытиям в количестве до 2-3% по весу, чтобы содействовать разжижению порошка в процессе применения. Силикагель действует также как тиксотропный реагент, уменьшающий растекаемость, когда порошок плавится на горячей поверхности металла.

### *Другие добавки*

Кроме указанных выше, возможны добавки и других материалов в порошковые покрытия с целью увеличить сопротивление повреждениям, понизить глянец, уменьшить трение и придать специальные эстетические свойства (Рис. 3.)

### **Рис. 3. Другие добавки**

1. Добавки, которые обеспечивают «покрытие краев»
2. Добавки, которые придают пленке текучесть
3. Добавки, которые придают поверхностную структуру

### **Типы отвердителей**

Применяемые отвердители можно подразделить следующим образом:

- Амины или полиамиды
- Фенольные отвердители
- Ангидриды кислот (применяются в ограниченном числе специальных случаев)
- Карбоксилсодержащие полиэфирные смолы (обозначенные как гибридные системы)
- Карбоксилсодержащие акриловые смолы

### **Определени эксплуатационных качеств – испытание порошков и отвержденных пленок**

#### **Устойчивость при хранении**

Рецептуры порошковых покрытий должны сохранять способность к растеканию и не вступать в реакции при транспортировке и хранении, особенно в летние месяцы. Защитные порошковые покрытия обычно имеют более высокую реакционную способность, чем декоративные порошковые покрытия, поэтому необходимо применять особые меры предосторожности при их транспортировке и хранении; хранить эти продукты следует в сухом прохладном месте, чтобы максимально сохранить свойства, продлить срок долговечности при хранении и свести к минимуму образование осадка и слипание. Для некоторых порошковых рецептур может быть полезным хранение в холодильнике. Если нужно, составитель рецептур должен оговорить необходимость хранения в холодильнике.

#### **Реакционная способность (Время гелеобразования)**

Время гелеобразования показывает относительную реакционную способность рецептуры порошкового покрытия при данной температуре и обычно выражается как время до образования геля в секундах. При использовании горячей пластинки точка образования геля фиксируется, если при ударе палочкой более не образуется полимерная нить. В соответствии с этим такой тест обычно называют как «время образования геля при постукивании».

Реакционную способность защитных порошковых покрытий обычно измеряют при 400°F (240°C), и ее можно регулировать, меняя содержание ускорителя (отвердителя) в рецептуре для каждого конкретного применения. Внешние защитные порошковые покрытия обычно делят на две категории: с малым и большим диаметром трубы, на которую наносят покрытие. Эти две группы часто перекрываются и зависят от ряда факторов, связанных с характером применения, таких как температура трубы, линейная скорость, скорость распыления порошка, требуемая толщина пленки, время перед закалкой и расположение поддерживающих роликов трубы.

Обычно системы с малым диаметром имеют время гелеобразования 5-12 секунд с полным отверждением за 30-90 секунд. Рецептуры для систем с большим диаметром имеют время гелеобразования 16-45 секунд и время полного отверждения 60-120 секунд. Порошковые покрытия для арматурной стали требуют времени гелеобразования 5-15 секунд, при этом более предпочтительны рецептуры с более коротким временем гелеобразования, позволяющие увеличить пропускную способность. Порошковые покрытия для внутренних поверхностей труб обычно имеют различное время гелеобразования, но они обычно больше, чем в рецептурах для наружных покрытий, и часто требуют последующего отверждения.

### **Текучесть порошков**

Для оценки сравнительной текучести порошков при нагревании используют определение «длины пути истечения по наклонной плоскости». Прессованные гранулы, или таблетки порошковой рецептуры, помещают на предварительно нагретую стеклянную пластинку или панель, наклоненную под углом 65°, и позволяют порошку стекать по наклонной плоскости до образования геля. Измеряют расстояние в мм от начала до точки гелеобразования. Для примера, при 350°F (177°C) длина пути истечения для разных видов порошковых покрытий следующая: рецептуры для покрытия арматурной стали – очень короткие пути (менее 20 мм), рецептуры для покрытия труб снаружи – умеренная длина пути (30-40 мм), покрытия для внутренней поверхности труб - около 40 мм, декоративные порошковые покрытия -30-80 мм.

### Термический анализ

Очень полезную информацию относительно плавления и отверждения порошков можно получить с помощью метода дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Термограммы ДСК (см. Рис. 4.) показывают начало плавления (точка  $T_g$  для смеси) и точку плавления как эндотермическую депрессию. Начало текучести есть второй термический переход,  $T_{of}$ . Третий переход,  $T_{oc}$ , показывает начало химической реакции отверждения и проявляется как экзотермический пик на диаграмме. После охлаждения образца до комнатной температуры и повторного нагревания наблюдается только один переход, который указывает на  $T_g$  отвержденной пленки. Величина  $T_g$  может варьировать в интервале от 140°F (60°C) для некоторых декоративных порошковых покрытий до 266 °F (130 °C) для высококачественных защитных покрытий.

**Рис. 4. Типичная термограмма ДСК для порошкового покрытия на базе эпоксидной смолы<sup>1</sup>**

1. Первое нагревание
2. Поток тепла
3. ЭкзоЭндо
4. Плавление
5. Отверждение
6. Точка плавления
7. Температура, °C
8. Второе нагревание
9.  $T_g$  для отвержденной пленки
10. \*Типичные свойства; не следует рассматривать как спецификацию

### Испытание отвержденных пленок

Испытание отвержденных пленок порошковых покрытий несколько изменяется в зависимости от того, является ли покрытие защитным или декоративным. В Таблицах 1 и 2 перечислены методы испытаний, используемые для определения свойств пленок защитных и декоративных порошковых покрытий. Приведены также методы, рекомендованные Институтом порошковых покрытий<sup>1</sup> для испытания смол, порошков и пленок, которые были специально изменены для испытаний порошковых покрытий.

**Таблица 1. Испытание отвержденных пленок для защитных порошковых покрытий**

Свойство	Метод испытания
Способность к изгибу	Оборудование для искривления изображения по вертикали ANSI B31.4 и ANSI B31.8 Оправка для гибки образца
Сопrotивление истиранию	ASTM G-6 ASTM D-658 ASTM D-1044 ASTM D-968
Сопrotивление удару	ASTM G-14
Твердость	ASTM D-2240 DIN 53153

<sup>1</sup> Институт порошковых покрытий, 2121 Eisenhower Ave., Suite 401, Alexandria, VA 22314 (703) 684-1770  
www.powdercoating.org



Сопротивление проникновению	ASTM D-1474 ASTM G-17 DIN 30670
Катодное нарушение связанности	ASTM G-8
Электрическая прочность диэлектрика	ASTM D-149
Диэлектрическая постоянная	ASTM D-150
Объемное удельное сопротивление	ASTM D-257
Электрическая прочность	ASTM D-1000
Адгезионная прочность	DIN 53151 ASTM D-1002
Прочность на растяжение	ASTM D-2370
Прочность на сжатие	ASTM D-659
Удлинение	ASTM G-10 ASTM D-2370
Погружение в воду	ASTM D-870 DIN 53151
Поглощение воды	ASTM D-570
Сопротивление атмосферным условиям	ASTM G-53 ASTM B-117
Теплопроводность	ASTM C-177

**Таблица 2. Испытание отвержденных пленок защитных порошковых покрытий**

Свойство	Замечания	Метод испытания
Внешний вид поверхности	«Рябизна», ноздреватость, «апельсиновая корка», образование пузырей и вздутий, плохое сокрытие (поверхности), загрязнение	Визуальный осмотр
Покрытие краев		ASTM D-2967
Толщина пленки	Определяется с помощью Перма-скопа Фишера: магнитные субстраты немагнитные субстраты	ASTM D-1186 ASTM D-1400
Глянец пленки	Сравнительный коэффициент зеркального отражения	ASTM D-523
Физические	Определение сравнительной адгезии к данному субстрату/способности к сопротивлению различным воздействиям адгезия, измеряемая по методу решетчатой штриховки коническая оправка для изгиба прямой и обратный удар	ASTM D-3359 ASTM D-522 ASTM D-2794
Устойчивость цвета	Сравнительная сопротивляемость к пожелтению при пересушке	ASTM D-2244
Воздействие окружающей среды	Сравнительная способность покрытия противостоять различным воздействиям окружающей среды в течение контрольного времени и температуры: сопротивляемость «МЕК» сопротивляемость УФ-облучению сопротивляемость атмосферным воздействиям разрушение пленки лакокрасочного покрытия циклические испытания на влагостойкость и нагревание испытание в солевом тумане влажность	NPCA тест на трение с растворителем экспозиция под УФ-светом «Atlas Weatherometer» ASTM D-659 ASTM D-2246 ASTM B-117 ASTM D-2247

### Процедуры испытаний, рекомендуемые Институтом порошковых покрытий

#### 1. Испытание на ускоренную устойчивость

2. Совместимость порошковых покрытий
3. Контрастное соотношение
4. Плотность материалов порошковых покрытий
5. Измерение вязкости при плавлении материалов для порошковых покрытий
6. Реакционная способность по методу времени гелеобразования
7. Истечение с наклонной пластины
8. Тест отверждения в растворителе
9. Содержание летучих веществ

### **Производство порошковых покрытий**

В процессе получения порошковых покрытий все компоненты рецептуры превращаются в гомогенную смесь. Помимо гомогенности, распределение порошка по размеру частиц должно быть таким, чтобы рецептура при нагревании расплавилась в однородную пленку за установленное время.

Эта задача сравнительно легко разрешается для порошковых покрытий, не содержащих пигментов, однако для систем с пигментами возникает ряд осложнений, поскольку многочисленные компоненты могут заметно различаться по интервалам размягчения, размеру гранул, плотности и химической реакционной способности.

Для получения смесей для порошковых покрытий существуют два процесса:

- сухое перемешивание компонентов с одновременным измельчением. Это - более старая технология, которая сейчас не используется в США.
- бразование смеси при плавлении с последующим охлаждением и размельчением. Это - стандартная технология на сегодняшний день.

### **Получение смесей при плавлении (мелт-компаундирование)**

Обычно этот процесс идет непрерывно, хотя возможно и составление смесей отдельными загрузками. Процесс состоит из следующих стадий:

- предварительное смешивание
- экструзия
- охлаждение и разлом комков
- помол на мельнице и просеивание (разделение на фракции по тонкости помола)

Процесс составления смесей при плавлении иллюстрируется диаграммой на Рис. 5.

### **Предварительное смешивание**

Исходные материалы для получения эпоксидных порошков поставляются в различной форме и с различной плотностью. Обычно эпоксидные смолы поставляются в виде тонких пластинок с удельным весом около  $1,18 \text{ г/см}^3$ .

Пигменты с удельным весом до  $4,3 \text{ г/см}^3$  (диоксид титана) поставляются в виде тонкорастертых порошков со средним размером частиц в несколько микрон. Размеры порошков и плотность большинства других компонентов рецептуры лежат между этими двумя крайними значениями.

### **Рис. 5. Диаграмма технологического процесса образования смеси при плавлении**

1. Смолы
2. Наполнители
3. Добавки
4. Отвердители
5. Пигменты
6. Предварительное смешивание (Галтовочный барабан с сухим Z-образным рабочим органом (ножом))
7. Образование смеси (компаундирование) (Экструзия, горячий «Z-Blade»)
8. Охлаждение (конвейерная лента на роликах)
9. Размельчение (дробилки, молотковые дробилки)
10. Размол на мельнице (турбинные мельницы, стержневые мельницы)

11. Разделение на фракции помола (турбодинамическое и/или сита)
12. Упаковка

Цель предварительного смешивания - механически перемешать компоненты и гомогенизировать, смесь до такого состояния, когда компоненты не будут больше разделяться на последующих стадиях технологического процесса. Более точно, смесь не должна разделяться на компоненты в загрузочных люках экструдеров. Нельзя дать точные величины для оптимального размера частиц при предварительном перемешивании и для продолжительности этой стадии. Окончательный критерий таков: будет или не будет предварительная смесь разделяться на компоненты до того, как она поступит в аппараты образования смеси при плавлении.

Оборудование для предварительного перемешивания включает низкоскоростные совковые смесители, Z-образные смесители, действующие при комнатной температуре, высокоскоростные пластинчатые смесители и открытые сверху барабаны с фрикционными элементами на роликах.

### Экструзия

Экструзия, или собственно процесс образования смеси при плавлении, – одна из наиболее важных операций в процессе производства порошков. Экструзия порошков, склонных к термоусадке, требует тщательного контроля по ряду параметров, так как смола и кросс-сшивающие реагенты находятся в тесном контакте при повышенных температурах.

*Температура процесса:* образование смеси при плавлении необходимо проводить при такой температуре, когда еще не происходит химическая реакция отверждения между смолой и отвердителем. В то же время температура должна быть достаточной для того, чтобы смола расплавилась в вязкую жидкость, что обеспечит максимально возможное смачивание пигмента.

*Время контакта:* операцию нужно проводить при минимально допустимом времени контакта, то есть при наивысшей возможной производительности. Хотя это определяется, в первую очередь, экономическими соображениями, опыты показали, что некоторые свойства порошков для покрытий зависят от времени контакта. Например, глянец покрытия обычно улучшается с увеличением времени контакта. Однако при этом могут ускоряться также и некоторые нежелательные реакции между смолой и отвердителем. Это, в свою очередь, может отрицательно повлиять на текучесть пленки и скорость отверждения порошка.

*Срез:* получение смесей при плавлении нужно проводить в условиях, обеспечивающих максимальное усилие среза. Это необходимо для того, чтобы раздавить агломераты (гранулы) пигмента.

При отсутствии такого усилия могут возникнуть неоднородности и дефекты пленки, например, такие, как «ноздреватость» или нежелательный слабый блеск. В то же время очень важно не допустить слишком большого усилия среза, так как это может привести к остановке оборудования и значительным убыткам. Обычно, как только происходит перебой или остановка в движении массы продукта, сразу же начинается процесс химического отверждения.

Экструзия является оптимальным методом для непрерывного крупномасштабного производства термоусадочных порошков для порошковых покрытий.

На Рис. 6 показаны те фрагменты, которые являются общими для всех промышленных экструдеров, применяемых на заводах по производству порошков для порошковых покрытий.

### Рис. 6. Элементы экструдера для получения порошковых покрытий\*

1. Электродвигатель
2. Зона загрузки смеси
3. Нагревание и плавление
4. Выходная часть экструдера
5. Тушение (охлаждение)

---

\* Изображено не в масштабе

Внутренняя часть типичного экструдера для получения смеси для порошковых покрытий может быть изготовлена по особому заказу, чтобы обеспечить обработку как термопластичных, так и термоусадочных систем на основе эпоксидных смол с большей или меньшей загрузкой наполнителя, большей или меньшей реакционной способностью или любыми особыми требованиями относительно времени контакта и производительности. Для обработки термоусадочных порошков для порошковых покрытий чаще всего используются три типа экструдеров, которые показаны на Рис. 7.

**Рис. 7. Дизайн экструдеров для термоусадочных порошков\***

ТИП А: Один шнек, который вращается и движется назад и вперед. Одна зона компаундирования. Элементы, создающие усилие среза, могут быть сегментами либо иметь форму болтов, проходящих через нагревательные карманы.

ТИП Б: Два шнека, обычным образом отштампованные из пластика. Усилие среза образуется за счет сегментов, образующих продукт, с различным шагом нарезки (зоны подачи сырья и зоны «среза»).

ТИП В: Два шнека, расположенные особым образом («kit system»). Обычные винтового типа сегменты для подачи сырья чередуются с зонами для «разминания» смеси, как показано на диаграмме.

Образование термоусадочных порошковых покрытий зависит, в первую очередь, от двух параметров:

- вязкости смолы при плавлении и
- времени гелеобразования смеси смола/отвердитель.

При получении порошкового покрытия можно использовать зависимости вязкости при плавлении для нахождения температуры экструзии для оценки того, насколько «текучим» будет продукт на выходе из экструдера, и для оценки температуры, нужной для создания необходимого «усилия среза».

Время гелеобразования в системе смола/отвердитель можно определить с помощью различных методов; обычно оно выражается как время в секундах до каждого гелеобразования при данной температуре. При производстве порошков для порошковых покрытий время гелеобразования может использоваться для оценки безопасной для процесса температуры и оптимального времени контакта реагентов.

На Рис. 8 на стр 13 показана схема непрерывного процесса производства.

### Охлаждение, размельчение, размол и просеивание

*Охлаждение:* Для того чтобы горячий экструдат после процесса образования смеси при плавлении охладить до комнатной температуры, можно пропустить его через охлаждаемые водой цилиндры (валики) для быстрого охлаждения, расположенные сразу после выходного отверстия экструдера.

Другой способ охлаждения - выгружать его непрерывно на конвейерную ленту, охлаждаемую воздухом или водой. Для порошковых покрытий с очень высокой реакционной способностью часто используют сочетание обоих методов.

*Размельчение:* Эта стадия превращает вышедшую из экструдера массу - уже при комнатной температуре - в пластинки или гранулы. Необходимое для размельчения/гранулирования усилие зависит от следующей стадии производства - размола. В идеальном случае размельчение должно давать такую форму продукта, которая не вызовет затруднений на участке размола на мельницах.

Оборудование для размельчения включает следующие машины: барабанно-кулачковые размельчители, плющильные вальцовые станки, грануляторы и дробилки.

*Размол и просеивание:* После размельчения продукт - теперь в форме тонких пластинок или в гранулах - поступает в систему механизмов для размалывания и просеивания, после которой получается тонкодисперсный порошок, готовый для дальнейшего применения. Для этого используется целый ряд выпускаемых промышленностью мельниц и просеивающего оборудования.

---

\* Изображено не в масштабе

Среди наиболее обычных типов оборудования можно назвать молотковые мельницы, а также стержневые и дисковые мельницы с дальнейшим механическим просеиванием. Разработанные недавно турбинные мельницы сочетают в себе эффективное размалывание при низкой температуре со стадией «воздушной сортировки», при которой частички порошка рециркулируют в воздушном потоке с контролируемой турбулентностью до тех пор, пока не приобретут надлежащего размера.

В конце каждой операции размола должны быть выполнены следующие требования:

- Фракции, содержащей тонкую пыль, должно быть как можно меньше. Состоящая из частиц диаметром менее 15 микрон эта фракция вносит наибольший вклад в потенциальную опасность, связанную с порошком. Тонкодисперсная пыль может также оказывать отрицательный эффект на некоторые параметры процесса, такие как способность проходить через трубы и наконечники для распыления, придавать свойство спекания в комки при хранении, влиять на свойства продукта в блоках для фильтрования и др.
- Декоративные порошковые покрытия не должны включать частиц с диаметром более 150 микрон (для защитных порошковых покрытий - более 180 микрон) из-за наличия четкой зависимости между верхней границей размера частиц, средней толщиной пленки и ее текучестью.

Главную фракцию после операции размола нужно контролировать в том, насколько она пригодна для конкретного применения. Например, порошковые покрытия, наносимые при помощи процесса в псевдооживленном кипящем слое, выпускаются по иной спецификации, чем покрытия, которые наносят методом электростатического распыления.

Иногда для успешного размалывания требуется применение жидкого азота (криогенная техника). Задача таких хладагентов состоит в том, чтобы отвести тепло, возникающее в результате трения, которое может вызвать избыточное образование комков. При этом, однако, следует тщательно избегать осаждения влаги благодаря конденсации, поскольку избыток влаги может привести к медленному продвижению потока порошка и образованию пор в пленке. Когда необходимо высушить порошок, можно либо использовать неорганические осушители, либо сушить порошок в потоке сухого воздуха (как в псевдооживленном слое).

#### **Рис. 8. Схема размещения оборудования для непрерывного производства порошковых покрытий\***

1. Смола
2. Пигменты
3. Наполнители
4. Добавки/отвердитель
5. Предварительный смеситель
6. Двухшнековый смеситель для образования смеси при плавлении (компаундирования)
7. Охладитель расплава с дробилкой
8. Размалывающая мельница
9. Пылевой фильтр
10. Аппарат для просеивания
11. Продукт, соответствующий спецификации, на упаковку в мешки
12. Слишком крупный продукт

#### **Нанесение порошковых покрытий**

##### **Предварительная обработка поверхности**

Как и большинство других красящих систем, порошковые покрытия легко загрязняются теми субстратами, на которые они наносятся. Поэтому важно очистить поверхность от всякого вида окалины, ржавчины и грязи.

Хорошо известная подготовка поверхности стали и других металлов включает операцию снижения давления пара над субстратом при обработке его хлорированными растворителями. Промывка щелочами с последующим фосфатированием или обработкой хроматами дает поверхности,

---

\* Изображено не в масштабе.

пригодные для нанесения покрытий наивысшего качества. Процесс травления обычно повышает коррозионную стойкость порошковых покрытий на основе эпоксидов.

Если процесс нанесения допускает предварительный нагрев объекта, то предпочтительным методом очистки является обычно пескоструйная или дробеструйная обработка с последующей продувкой воздухом. Пескоструйная очистка возможна, однако, при этом существенно удалены все мелкодисперсной пыли. Песко- или дробеструйную обработку обычно используют для подготовки поверхности труб промышленных трубопроводов.

Отметим в заключение, что способ предварительной обработки поверхности зависит от типа выбранного отверждающего реагента. Поскольку имеются как щелочные, так и кислотные отвердители, характер предварительной обработки должен соответствовать слегка кислой или слегка щелочной реакции покрываемой массы.

### Грунтовочные слои и усилители адгезии

Порошковые покрытия на основе эпоксидных смол марки D.E.R. обычно не требуют грунтовочного слоя (подложки) или других усилителей адгезии на металлических субстратах. Подобно многим красящим системам, стандартные эпоксид-порошки имеют хорошую адгезию к стали и алюминию, но слабую адгезию к меди. Чтобы улучшить адгезию к меди, добавляют отверждающий реагент дициандиамида. В то время как термопластичные порошковые покрытия для применения по металлической поверхности обычно требуют нанесения грунтовочного слоя, эпоксидные покрытия хорошо ложатся на поверхность металла без грунтовки.

### Нанесение покрытий в псевдооживленном слое

Метод нанесения в псевдооживленном слое был первым методом нанесения порошковых покрытий в промышленном масштабе и используется поныне. Псевдооживленный слой (Рис. 9) состоит из емкости с открытым верхом, на дне которой находится слой пористого материала толщиной в несколько дюймов. Порошок для покрытия вводится в емкость и поддерживается в состоянии псевдооживленного слоя воздухом, который вдувается снизу через пористую пластинку.

При контроле как за скоростью воздушного потока, так и за размером частиц, можно подобрать условия так, чтобы частицы порошка не выскакивали из емкости для покрытия и не попадали в воздух в виде пыли. Предварительно нагретые объекты погружают в псевдооживленный слой порошка, который осаждается на поверхности за счет плавления и спекания. После того, как получена необходимая толщина покрытия, объекты вынимают из емкости, где происходит нанесение порошка, и переносят в термокамеру, где и происходит химическая реакция между смолой и отверждающим реагентом, приводящая к сшивке с образованием поперечных межмолекулярных связей.

Практически покрытие в псевдооживленном слое можно применять, если:

- объект не изменяется при продолжительном нагревании;
- объект не предназначен для автоматической обработки (различные конфигурации и размеры, вспомогательные детали, малосерийная продукция);
- необходимо получить сравнительно большую толщину пленки при однократном покрытии.

### Рис. 9. Псевдооживленный слой\*

1. Предварительно нагретый объект
2. Порошок
3. Пористая пластинка
4. Камера повышенного давления
4. Воздух

Метод псевдооживленного слоя имеет следующие недостатки:

- применим только для таких объектов, какие допускают размеры камеры;

---

\* Изображено не в масштабе

- чувствителен к наличию воды в токе воздуха;
- не позволяет хорошо контролировать толщину пленки;
- требует применения порошка с заданным распределением частиц по размерам.

### Нанесение покрытий методом электростатического распыления

Этот метод получения покрытий свободен от большинства недостатков, присущих методу псевдооживленного слоя. В настоящее время метод электростатического распыления в коронном разряде используется чаще всего для получения порошковых покрытий с наиболее высокими требованиями как по степени автоматизации, так и по выходу. В этом методе (Рис. 10) порошок для покрытия осаждается в резервуаре (1) точно так же, как в емкости с псевдооживленным слоем, описанной выше. Осторожное перемешивание препятствует образованию комков и обеспечивает равномерную подачу порошка. Затем порошок подается в электростатическую распыляющую головку (3), которая может быть встроена в распылитель (4) с ручным управлением или иметь иные многочисленные формы. Когда порошок проходит через выходное отверстие распылителя, он получает электростатический заряд. Электроды подсоединены к генератору высокого напряжения (5). Поток порошка затем направляется на электрически заземленный объект (6), где он осаждается благодаря электрическому заряду. Толщина образующейся пленки зависит, в первую очередь, от полного заряда объекта, который, в свою очередь, зависит от напряжения, подаваемого генератором высокого напряжения, и проводимости порошка. После нанесения слоя порошка объекты направляются в термокамеру для отверждения.

Разработанные недавно трибоэлектрические распылители используют статический заряд, образующийся при трении порошка, проходящего через пластиковые трубки. В противоположность коронному заряду, частицы порошка в трибораспылителе оказались менее чувствительными к хорошо известному клеточному эффекту Фарадея. По этой причине трибораспылители могут дать преимущества в случае покрытия объектов сложной конфигурации или имеющих глубокие углубления. Потенциальным недостатком при использовании трибоэффекта являются низкая применяемая скорость движения порошка, зависимость заряда от состава порошка и размера частиц и изменение рабочих характеристик во времени. **(Примечание: как и во всех процессах, при выборе оборудования необходимо тщательно учитывать индивидуальные требования для конкретной операции.)**

Электростатические покрытия обладают следующими преимуществами: минимальный нагрев, улучшенный контроль толщины покрытия и почти 100% использование порошка, так как избыточный порошок легко собрать, отфильтровать и использовать повторно. Метод электростатических покрытий допускает использование сложной автоматизации и робототехники.

### Рис. 10. Нанесение порошков электростатическим распылением\*

1. Резервуар с порошком
2. Перемешивание
3. Распыляющая головка
4. Распылитель
5. Генератор высокого напряжения
6. Объект
7. Источник питания с монитором

### Меры безопасности и обращение

#### Введение

Токсикологические и экологические рекомендации относительно порошковых покрытий DOW существенным образом зависят от конкретного продукта. Отвердители, растворители, катализаторы и другие обычные компоненты рецептур могут представлять опасность для отдельных лиц персонала, работающих с ними, и для окружающей среды. Покупатели, использующие смолы компании Dow и другие ингредиенты, должны знать и понимать опасности, связанные с этими

\* Изображено не в масштабе

материалами, и предпринимать практические меры, которые позволят наилучшим образом обеспечить безопасность персонала и окружающей среды. Поэтому компания Dow обеспечивает своих покупателей Таблицами данных по безопасности материалов (ТДБМ), составленными в соответствии с требованиями OSHA, которые содержат данные по потенциальному влиянию на здоровье, безопасному обращению, хранению, использованию и утилизации.

Dow настоятельно советует своим покупателям ознакомиться с данными ТДБМ по этим продуктам и по другим материалам перед использованием. Чтобы получить копию ТДБМ, обращайтесь в информационную группу покупателей Dow по телефонам 1-800-441-4369 или 517-832-1556 в США и Канаде. В Мексике звоните 95-800-441-4369.

Приведенную информацию можно рассматривать лишь как общее руководство. Кроме данных ТДБМ, конкретную информацию относительно опасности для здоровья, обращения и продажи порошковых покрытий Dow и эпоксидных смол можно найти в сборнике «Руководство для персонала по продуктам на основе эпоксидных смол Dow», Форма № 296-00312. Чтобы получить копию, обращайтесь по приведенным выше телефонам в США, Канаде и Мексике.

### Твердые эпоксидные смолы Dow

Считается, что твердые эпоксидные смолы DOW для порошковых покрытий обладают низкой степенью опасности для здоровья при обращении и практически не раздражают глаза или кожу. В качестве хорошей меры промышленной гигиены в пыльной атмосфере необходимо надевать респираторы. В случаях продолжительного или часто повторяющегося контакта необходимо использовать непроницаемые перчатки. Для минимальной защиты глаз следует надевать безопасные очки.

### Контакт с кожей

Несмотря на то, что они не вызывают значительного первичного раздражения кожи, некоторые твердые эпоксидные смолы могут вызывать появление сыпи на коже из-за чувствительности ограниченного числа людей, находящихся в контакте с ними. Однако можно считать, что для рассматриваемых смол такая реакция менее вероятна, чем для обычных жидких эпоксидных смол.

### Попадание в глаза

Попадание в глаза твердых эпоксидных смол может вызвать лишь слабое раздражение. Наибольшую опасность могут представить механические травмы глаз при действии пыли.

### Вдыхание паров

Вдыхание паров твердых эпоксидных смол маловероятно из-за их низкой летучести; однако, они склонны к образованию пыли. Хотя нет указаний, что эта пыль может представлять опасность при вдыхании, следует контролировать содержание пыли и поддерживать соответствующую вентиляцию.

### Попадание внутрь при глотании

Все эти твердые эпоксидные смолы имеют низкий уровень токсичности при пероральном попадании в организм.

### Отвердители

Фенольные отвердители (серия D.E.H.\* 80) лишь слегка раздражают кожу и практически не раздражают глаза. При обращении с ними можно рекомендовать те же меры безопасности, что и для твердых смол.

### Опасность взрыва

Как и для всех органических твердых веществ, когда тонкодисперсные частицы пыли суспендированы в воздухе, при определенной их концентрации возникает опасность взрыва. Чтобы предотвратить такую опасность, следует не допускать значительного скопления пыли в

---

\* Товарный знак компании The Dow Chemical Company



производственных помещениях. Нельзя допускать скопления пыли на оборудовании. Необходимо устранить потенциальные источники загорания и искрения.

### Статическое электричество

На заводах, где составляют рецептуры, многие операции приводят к возникновению статического электричества. Статические заряды могут вызвать возгорание и взрыв в запыленных помещениях и в местах, где используются горючие жидкости. Контроль за возникновением статического электричества обычно недорог и легко осуществляется.

Операторы, носящие обувь на резиновой подошве, могут накапливать значительный заряд статического электричества, особенно, если пол в помещении изготовлен из хорошо изолирующих материалов.

Следует обратить внимание на следующее:

- Чтобы гарантировать отсутствие статического электричества, все производственное оборудование должно иметь заземление.
- Использование статических коллекторов и нейтрализаторов статического электричества.
- Соответствующая вентиляция, чтобы уменьшить концентрацию пыли, где необходимо.
- Использование проводящих покрытий для пола.

### Тушение пожаров

При загорании эпоксидных смол их можно тушить пеной, сухими порошками или углекислотными огнетушителями. При тушении пожаров, связанных с этими смолами, вода обычно неэффективна.

Пену не следует направлять прямо на электрическое оборудование. Если используется электрооборудование открытого типа (электромоторы, открытые горячие пластины, открытые выключатели), то пену необходимо использовать с осторожностью во избежание опасности удара током. Более предпочтительно использовать сухие порошки или углекислотные огнетушители.

При горении эпоксидных смол выделяются токсичные побочные продукты. Поэтому следует избегать вдыхания газов, дымов и паров, выделяющихся при горении.

Пожарные должны надевать полный комплект защитной одежды и снаряжения и должны избегать контакта с горящей смолой и выделяющимися газами.

*Примечание. Полный комплект защитной одежды должен включать защитный шлем, заряженный изолирующий противогаз и минимум защитной одежды, а также специальную обувь для пожарных и огнестойкие перчатки.*

### Программа мониторинга за производством и использованием продуктов компании Dow

Компания The Dow Chemical Company проявляет заботу о всех, кто участвует в производстве, распределении и использовании ее продуктов, а также заботу об охране нашей среды обитания - окружающей среды. Успех этой программы зависит от всех и каждого, кто имеет дело с продуктами Dow - от начальной концепции и научного поиска до производства, продажи, использования и удаления отходов каждого из продуктов компании.

### Памятка покупателя

Компания Dow призывает своих покупателей и потенциальных пользователей продукции Dow рассмотреть их применение с точки зрения здоровья людей и состава окружающей среды. Чтобы гарантировать, что продукты компании Dow не используются в таких целях, для которых они не предназначены или не испытаны, персонал компании будет содействовать покупателям в проблемах, имеющих отношение к окружающей среде и безопасности продуктов. Торговые представительства Dow могут содействовать в установлении соответствующих контактов. Dow настоятельно советует своим покупателям ознакомиться с данными ТДБМ по этим продуктам и по другим материалам перед использованием. Чтобы получить экземпляр ТДБМ, обращайтесь в информационную группу

покупателей Dow по телефонам 1-800-441-4369 или 517-832-1556 в США и Канаде. В Мексике звоните 95-800-441-4369. В Москве: 7-095-2585690, факс: 7-095-2585691/92

## ПЕРЕЧЕНЬ ЕВРОПЕЙСКИХ ПРОДУКТОВ

Продукт	Эпоксидный эквивалентный вес ASTM D1209, [г/кв]	Гидроксильный эквивалентный вес [г/экв]	Вязкость расплава 150°C (ASTM D 4287 (cSt))	Вязкость в растворе, 25°C ASTM D445 [cSt]	ICI Вязкость расплава 150°C (ASTM)	Цвет Pt-Co макс. ASTM D1209	Цвет в растворе Gardner ASTM D1544	Точка размягчения (°C) (RPM 108°C)	Описание
D.E.R 671	475-550...	n/a	400-950	160-250	400-950	90 макс	n/a	75-85	В качестве добавки использована твердая смола Бисфенол А чтобы уменьшить вязкость при плавлении и улучшить текучесть/установление уровня.
D.E.R 662E	590-630	n/a	1100-2100	260-330	1100-2100	90 макс	n/a	87-93	Узко специализированная смола с низким молекулярным весом (HMC) для использования в чистых эпоксидных/гибридных системах для декоративного применения, где требуются хорошая текучесть и внешний вид.
D.E.R 692	660-720	1200-2500	n/a	300-400	1700-2500	80 макс	n/a	89-97	Твердая смола Бисфенол А с HMC.
D.E.R 692H	660-720	1600-2400	n/a	300-400	1600-2400	90 макс	n/a	89-97	Модифицированная смола с HMC, содержащая 2% по весу модификатора текучести для оптимального использования в гибридных системах состава 50/50 и 60/40.
D.E.R 663UE	740-800	n/a	3100-5200	440-550	3100-5200	90 макс	n/a	98-104	Узко специализированная смола с низким молекулярным весом (HMC) для использования в чистых эпоксидных/гибридных системах, для покрытий общего назначения на металлических поверхностях, где требуются как текучесть, так и хорошие механические свойства.
D.E.R 6330A10	780-900	n/a	2800-5400	n/a	2800-5400	125 макс	n/a	98-106	Смола «masterbatch» с HMC, содержащая 10% по весу полнакрилатного модификатора текучести, для использования со стандартными эпоксидными смолами с низким молекулярным весом.
D.E.R 664UE	860-930	n/a	5500-10200	520-750	5500-10200	90 макс	n/a	104-110	Эта смола со средним молекулярным весом предназначена для использования в специальных окончательных декоративных покрытиях и в отвержденных функциональных порошковых системах. Это твердая смола бисфенол А с несколько большей гибкостью и меньшей текучестью/распределением пленки по поверхности, чем смола D.E.R 663U.
D.E.R 667-20	1600-1950	n/a	30000-100000	1500-1600	n/a	100 макс	n/a	115-125	Твердая эпоксидная смола с высоким молекулярным весом.
D.E.R 642U-20	500-520	n/a	1900-3300	350-470	1900-3300	100 макс	n/a	89-97	Эта смола устанавливает промышленный стандарт в функциональной области. Это эпоксидная смола со средним молекулярным весом, модифицированная новолоком для использования в покрытиях, когда необходима очень высокая химическая/коррозионная стойкость.
D.E.R 672U-20	740-830	n/a	15000-40000	700-1500	15000-40000	100 макс	n/a	110-120	Стандартная промышленная смола с высоким молекулярным весом, предназначенная для использования в покрытиях, требующих сочетания хорошей коррозионной стойкости и гибкости. Подобно смоле бисфенол А/Ф, ее можно использовать с эпоксид-отвердителем D.E.H 84/85 для получения меньшей текучести или более высокой вязкости раствора.
D.E.R 640	840-940	n/a	n/a	410-650	n/a	550	2 макс	93-103	Эпоксидная смола с HMC, модифицированная жирными кислотами для использования как в чистых эпоксидных, так и в гибридных системах.
D.E.R 6615	500-550	n/a	1000макс	n/a	n/a	220 макс	n/a	78-86	Модифицированная твердая эпоксидная смола для порошковых покрытий, требующих низкотемпературного отверждения.
D.E.R 6508	380-420	n/a	2800-4200	n/a	n/a	n/a	n/a	95-105	Твердая эпоксидная смола с высокими характеристиками.
D.E.H 80	n/a	245-275	290-470	210-270	290-470	n/a	1 макс	83-90	Твердый фенольный отвердитель для порошковых покрытий, содержащий ускоритель и 2.5% по весу модификатора текучести.
D.E.H 81	n/a	240-270	290-470	210-270	290-470	n/a	1 макс	83-90	Отвердитель, аналогичный по свойствам с D.E.H 80, но с более высокой реакционной способностью (2.5% по весу модификатора текучести).
D.E.H 82	n/a	235-265	290-470	210-270	290-470	n/a	1 макс	83-90	Отвердитель, аналогичный по свойствам с D.E.H 81, но с более высокой реакционной способностью (2.5% по весу модификатора текучести).
D.E.H 84	n/a	240-270	290-470	220-280	290-470	n/a	1 макс	83-90	Предназначен для тех же целей, что и D.E.H 81, но не содержит модификатора текучести.
D.E.H 85	n/a	250-280	290-470	220-280	290-470	n/a	1 макс	83-90	Используется как твердый фенольный отвердитель, не содержащий модификатора текучести и ускорителя.
D.E.H 87	n/a	370-400	1200-1600	n/a	1200-1600	n/a	1 макс	969-102	Этот твердый отвердитель представляет собой высокомолекулярный вариант D.E.H 85, и предназначен для использования там, где требуется повышенная гибкость.

Для получения дополнительной информации:

**В Москве – 095-2585690, факс: 095-2585691/92**

В США и Канаде обратитесь в компанию «Дау Кастомер Информейшн Груп» по телефонам  
1-800-441-4369 или 1-517-832-1426  
или по факсу: 517-832-1465

В Мексике по телефону 95-800-441-4369

В Европе обратитесь в Информационный Центр Дау в Нидерландах по телефону  
+31-20-6916268, факсу 31-20-6916418 или электронной почте [dicinfo@euronet.nl](mailto:dicinfo@euronet.nl)

В Тихоокеанском регионе обратитесь в «Дау Кастомер Сервис Центр» по телефону:  
81-120-024394 (звонок в Японии бесплатный) или  
81-3-5460-2114 (за пределами Японии).

В Бразилии обратитесь в «Дау Кемикл Сервис Центр» по телефону:  
55 11 51889367.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Все патентные права, принадлежащие Продавцу, сохраняются. Поскольку условия эксплуатации и применимое законодательство могут изменяться в зависимости от страны и периода прошедшего времени, Клиент самостоятельно определяет, являются ли продукция и информация, перечисленные и содержащиеся в настоящем документе, пригодными к использованию, а производственные площадки и принятая практика утилизации отходов соответствующими применимому законодательству и иным правительственным актам. Продавец не несет какой-либо ответственности за информацию, содержащуюся в настоящем документе. **ГАРАНТИЙ НЕ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ; НАСТОЯЩИМ ЛЮБЫЕ ГАРАНТИИ, ИЛИ ГОДНОСТЬ К ПРОДАЖЕ, ИЛИ ПРИГОДНОСТЬ К КАКОЙ-ЛИБО СПЕЦИАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИСКЛЮЧАЮТСЯ.**

Опубликовано в сентябре 1999 г.

***Dow Plastics***

*Мы не добьемся успеха, если его не добьетесь вы!*