

ЗАЩИТНЫЕ ДВУХКОМПОНЕНТНЫЕ ПОКРЫТИЯ УФ-ОТВЕРЖДЕНИЯ

Олег Бабкин,
д.т.н., профессор СПбГУКиТ,
Любовь Бабкина,
к.т.н., доцент СПбГУКиТ,
Наталья Казаченко,
аспирант СПбГУКиТ



Технология УФ-отверждения покрытий стала одной из самых перспективных в лакокрасочной промышленности. Получаемые покрытия долговечны, соле- и водостойки, обладают высокой адгезией, стойкостью к удару и высокой твердостью.

В современном мире большое внимание уделяется проблемам экологии. Покрытия УФ-отверждения не содержат растворитель. Достоинства технологии УФ-отверждения: высокая производительность, использование оборудования с малыми затратами энергии, экологичность производства.

Формирование покрытия

УФ-технология позволяла окрашивать только плоские изделия. Двухкомпонентные УФ-покрытия двойного отверждения можно наносить на изделия сложных конфигураций. Сначала в течение нескольких секунд под действием УФ-излучения покрытие сшивается за счет радикальной полимеризации, образуя нелипкие поверхности. Затем сшивка происходит в течение нескольких часов в зонах, недоступных для излучения, за счет взаимодействия NCO/ОН-групп олигомеров и взаимодействия NCO-групп с влагой воздуха (рисунок 1). В классических двухкомпонентных полиуретановых покрытиях пленкообразование происходит за счет реакции изоцианатных групп полиизоцианата и гидроксильных групп полиола. Для протекания такой реакции необходимо, чтобы каждая молекула содержала хотя бы две изоцианатные или

гидроксильные группы. При несоблюдении стехиометрического соотношения NCO/ОН можно изменять скорость формирования полиуретанового покрытия. Соотношение можно варьировать в широких пределах: 1:0,6; 1:1; 0,6:1. Изоцианатные группы могут реагировать с влагой, присутствующей в атмосфере воздуха. В результате образуется нестабильная карбаминная кислота, затем отщепляется CO_2 и образуется первичная аминогруппа, которая реагирует с изоцианатом с образованием мочевины (рисунок 2).

Эксперимент

Рассматривается двухкомпонентная композиция двойного УФ-отверждения на основе олигомера алифатического уретанаакрилата с функциональностью 2 по изоцианатным группам и сложного гидроксилсодержащего полиэфиракрилата с молекулярной массой 1500 г/моль, содержащего 7,5 C=C-связей, функциональностью 1 по гидроксильным группам. Соотношение NCO/ОН 1:1. Покрытия наносили на фторопластовую подложку с последующим отверждением ртутно-кварцевым облучателем ОРК-21 М1 с лампой ДРТ в течение 15 сек. Интенсивность ультрафиолето-

Рисунок 1. Схема получения покрытия с использованием технологии двойного УФ-отверждения

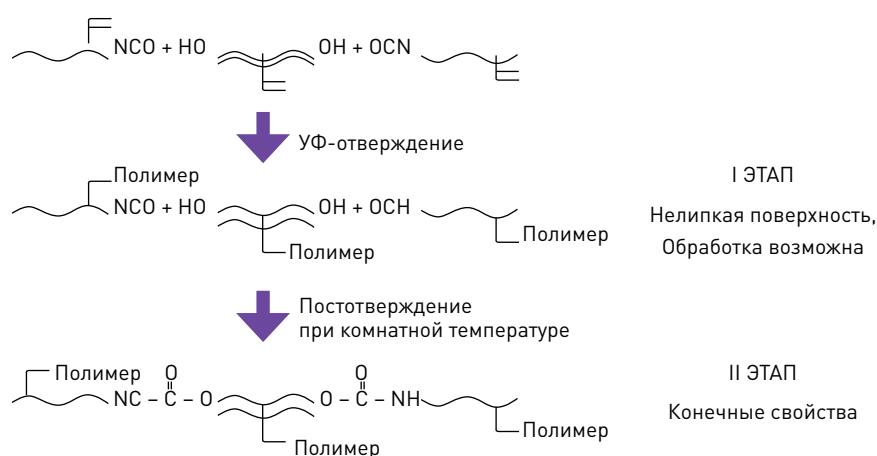
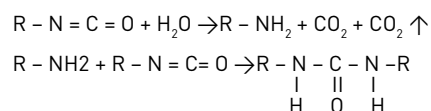


Рисунок 2. Реакция изоцианата с влагой воздуха





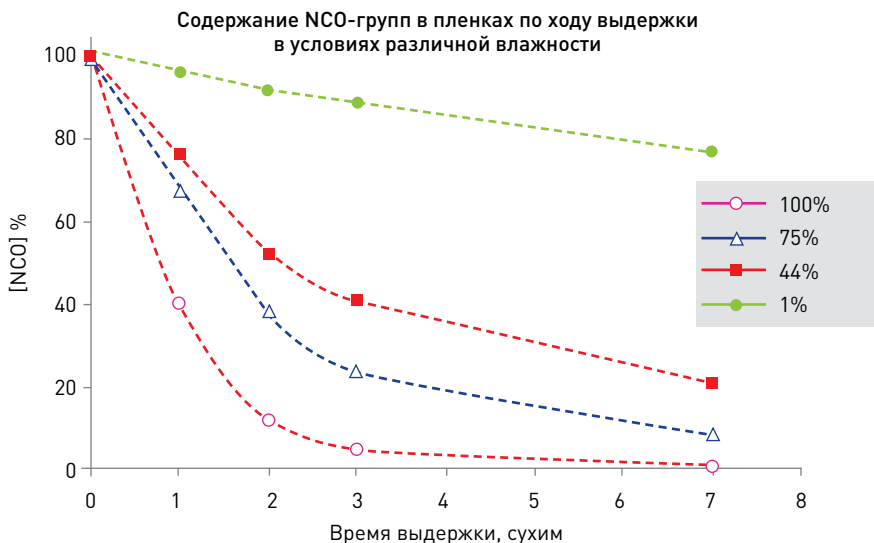
Одно из достоинств технологии УФ-отверждения – высокая производительность

вого излучения (Н) областей UV-A, UV-B, UV-C, UV-V регистрировались с помощью прибора УФ-фотометра UV Power

Puck II, она составила $PA=135 \text{ мВт/см}^2$; $PB=150 \text{ мВт/см}^2$; $PC=24 \text{ мВт/см}^2$; $PV=90 \text{ мВт/см}^2$. Толщина покрытий изме-

ряли прибором Konstanta. Сразу после фотополимеризации были зарегистрированы ИК-спектры пленок в исходном состоянии. После этого пленки проходили выдержку в средах с разной степенью влажности: 100%, 75%, 44%, 1%. На рисунке видно, что с увеличением влажности воздуха происходит сокращение содержания NCO-групп.

Рисунок 3. Графическое представление изменения относительного содержания изоцианатных групп в пленках



Протекционные характеристики

Защитные характеристики покрытий по стойкости к соляному туману изучали по ГОСТ 20.57.406-81 метод 215-3. Определение диэлектрических свойств покрытия (удельное объемное электрическое сопротивление, диэлектрическая проницаемость, электрическая прочность) проводили по методикам ГОСТ 22372-77, ГОСТ 6433.2-71 на пластинах из меди размером $100 \times 100 \text{ мм}$ и толщиной $0,4 \text{ мм}$. В зависимости от назначения и условий работы изделий



Экспериментально установлено, что полимеры, не содержащие полярных примесей, обладают высокой электрической прочностью

к лакокрасочным покрытиям предъявляются определенные требования, ограничивающие пределы допустимых значений их электрических показателей. К основным электрическим показателям относятся: диэлектрическая проницаемость ϵ , тангенс угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$, удельная объемная χ и поверхностная χ_s электропроводность и электрическая прочность $E_{\text{пр}}$ (прочность на пробой).

Диэлектрическая проницаемость

Следует отметить, что при модификации состава фотополимерной композиции соответственно изменяются и ее электрические свойства. По электрическим параметрам лакокрасочных покрытий и характеру их изменений при воздействии различных факторов можно судить о долговечности покрытий. Величина диэлектрических характеристик

лакокрасочных материалов и покрытий зависит от химического и фазового состава системы, ее влагосодержания, а также от частоты электрического поля, при которой производится измерение, и температуры. Диэлектрическая проницаемость, являющаяся количественным показателем процесса поляризации, так же, как и $\operatorname{tg} \delta$, характеризующий гибкость цепей, зависят от химической природы и структуры пленкообразователя, наличия пластификаторов, пигментов, наполнителей и других добавок.

Таблица 1. Характеристика уретанового покрытия УФ-отверждения

1	Стойкость в камере соляного тумана	500 часов без изменений
2	Водостойкость	400 часов без изменений
3	Прочность на удар	50 см
4	Прочность на изгиб	<1 мм
5	Электрическая прочность на пробой	58 кВ/мм
6	Удельное объемное электрическое сопротивление	$3,2 \cdot 10^{15}$ Ом*см
7	Диэлектрическая проницаемость	3,1

Без примесей

Экспериментально установлено, что полимеры, не содержащие полярных примесей, обладают высокой электрической прочностью. Пробивное напряжение полимера значительно понижается, если в нем сорбируется влага или имеются включения воздуха, ионизирующиеся в сильном электрическом слое. ■■■