

УДК 541.678.01

**РАСТЕКАНИЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ И ПОЛИЭФИРА НА
ПОВЕРХНОСТИ СУБСТРАТОВ С РАЗЛИЧНОЙ ПОЛЯРНОСТЬЮ**

Богданова С.А., Слобожанинова М.В., Вашурин С.А.,
Дебердеев Р.Я., Барабанов В.П.

Казанский государственный технологический университет

Одним из важнейших условий хорошей адгезии полимерной композиции к различным субстратам – облицовочным материалам, металлическим поверхностям – является хорошее смачивание субстрата композицией и интенсивное растекание по поверхности. Вместе с тем, физико-химические основы растекания жидких олигомерных систем, особенно в присутствии различных добавок, практически не изучены.

Ранее нами были исследованы межфазные свойства олигомерных систем на основе простого полиэфира (ПЭ) [1] и эпоксидной смолы ЭД-20 [2]. В данном исследовании излагаются результаты оценки адгезионного взаимодействия простого полиэфира лапрола 5003-2Б-10 и эпоксидной смолы ЭД-20 с различными поверхностями. Анализировалась кинетика смачивания и растекания, а также изучалось влияние добавок на эти процессы некоторых неионных ПАВ.

В качестве модельных поверхностей были выбраны стекло и политетрафторэтилен (ПТФЭ), а также поверхности, важные с практической точки зрения, – сталь марки Ст 3, облицовочная пленка АБС+ПВХ.

Смачивающая способность оценивалась методом сидящей капли по значениям краевых углов смачивания, измеренных при 20 ± 1 °С с помощью катетометра КМ-8, снабженного микрометрической насадкой. Поверхностное натяжение олигомеров определялось методом втягивания стеклянной пластинки Вильгельми в термостатируемой ячейке. Точность определения составляла 0.3 %. Работу адгезии жидкости к исследуемым поверхностям рассчитывали по уравнению Дюпре-Юнга [3].

Свободная поверхностная энергия субстратов оценивалась по известным методикам [4] на основании измерения краевых углов смачивания тестовыми жидкостями, в качестве которых использовались свежеперегнанные вода, глицерин, формамид, диметилформамид, диметилсульфоксид, йодистый метилен, этиленгликоль, анилин, фенол.

На рис. 1 и 2 представлены кинетические кривые смачивания исследуемых поверхностей простым полиэфиром и смолой ЭД-20. Данные показывают, что самая низкая смачивающая способность ПЭ отмечена на поверхности ПТФЭ. Несколько более высокое значение равновесного краевого угла смачивания для ПЭ наблюдается на поверхности облицовочной пленки. Лучшей смачивающей способностью ПЭ обладает по отношению к поверхности стали и стекла. На рис. 1 и 2 видно, что время установления

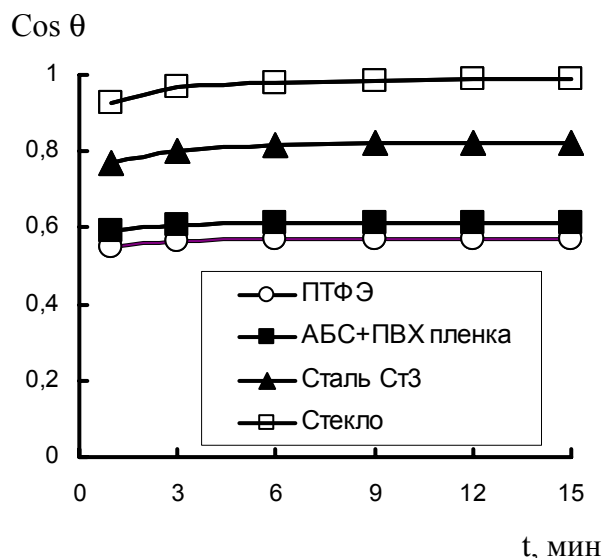


Рис. 1. Кинетика смачивания поверхностей различной природы полиэфиром 5003-2Б-10

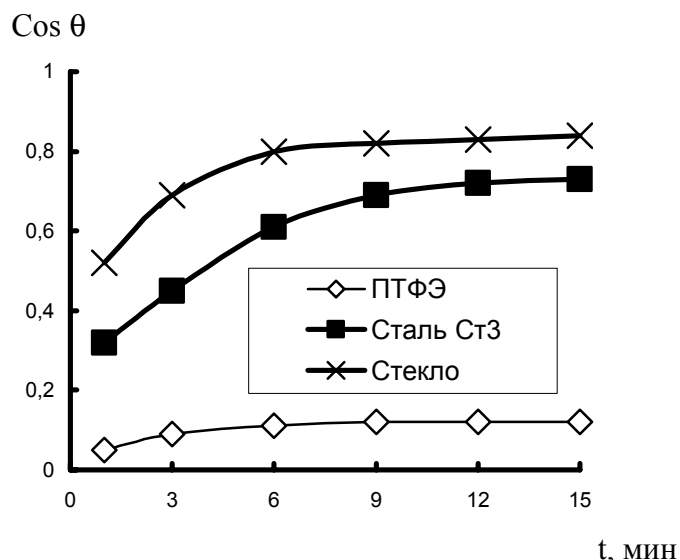


Рис. 2. Кинетика смачивания поверхностей различной природы эпоксидной смолой ЭД-20

равновесного значения θ на поверхностях хорошо смачиваемых полиэфиром (стекло, сталь) намного превышает таковое для ПТФЭ и облицовочной пленки.

Различная смачивающая способность обусловлена межфазным взаимодействием контактирующих фаз – олигомеров и поверхности субстрата. Нами были определены значения свободной поверхностной энергии и её компонентов для исследуемых субстратов. Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Свободная поверхностная энергия и её компоненты для различных поверхностей

Субстрат	γ_s , мН/м	γ_s^p , мН/м	γ_s^d , мН/м
ПТФЭ	19.1	0.5	18.6
АБС+ПВХ пленка	30.4	3.4	27.0
Сталь Ст 3	52.0	16.0	36.0

Высокое значение полярной составляющей свободной поверхностной энергии (γ_p) стали, связанное с окислением поверхности, способствует интенсивному адгезионному взаимодействию ПЭ с металлом. Для облицовочной пленки γ_p значительно меньше, меньше и величина равновесного краевого угла смачивания. Практически неполярной является поверхность ПТФЭ и растекаемость ПЭ на данной поверхности невелика. По-видимому, в адгезионном взаимодействии, которое по нашим предположениям носит донорно-акцепторный характер, принимают участие полярные группы ПЭ.

Эпоксидная смола ЭД-20 также содержит полярные группы, поэтому тенденция к большей растекаемости на полярной поверхности сохраняется (рис. 2).

Для количественной оценки параметров адгезионного взаимодействия полиэфир с различными субстратами были рассчитаны значения работы адгезии. Данные представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Работа адгезии простого полиэфир марки лапрол 5003-2Б-10 к различным поверхностям

Субстрат	γ , мН/м	$\cos \theta$	W , мН/м
ПТФЭ	34.15	0.57	53.62
АБС+ПВХ пленка		0.61	55.10
Сталь Ст 3		0.82	62.15
Стекло		0.98	67.62

Таблица 3

Субстрат	γ , мН/м	$\cos \theta$	W , мН/м
ПТФЭ	36.10	0.13	40.79
Сталь Ст 3		0.68	60.65
Стекло		0.84	66.78

Работа адгезии эпоксидной смолы ЭД-20 к различным поверхностям

Сравнение величины работы адгезии ПЭ к различным субстратам показывает, что наименьшей работой адгезии ПЭ обладает к ПТФЭ и облицовочной пленке. Более высокие значения работы адгезии отмечены для стали и стекла. Для эпоксидной смолы ЭД-20 наибольшая работа адгезии отмечена для стекла, наименьшая для ПТФЭ. Работа адгезии и симбатная ей величина $\cos \theta$ отражают, таким образом, степень сродства твердой поверхности к жидкости.

Результаты исследования полезны при изучении влияния добавок неионных ПАВ на растекаемость смолы ЭД-20. Известно, что на технологические характеристики ЭД-20 оказывают влияние некоторые кремнийорганические продукты [5]. При анализе действия ряда ПАВ была выявлена эффективность полиорганосилоксанов в качестве добавок, улучшающих смачивание и растекание. На рис. 3 представлены результаты исследования смачивающей способности ЭД-20 с добавками полиметилфенилсилоксана П-133. На всех поверхностях, особенно неполярной, наблюдается увеличение равновесного значения $\cos \theta$, что может быть связано как со снижением поверхностного натяжения (γ) на межфазной границе композиция-воздух [1], так и с интенсивностью адгезионного взаимодействия с поверхностью субстратов.

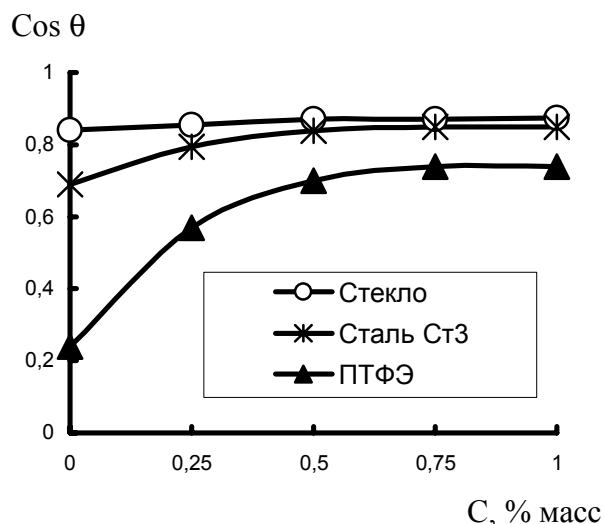


Рис. 3. Изотермы смачивания различных поверхностей эпоксидной смолой ЭД-20 в присутствии полиметилфенил-силоксана П-133

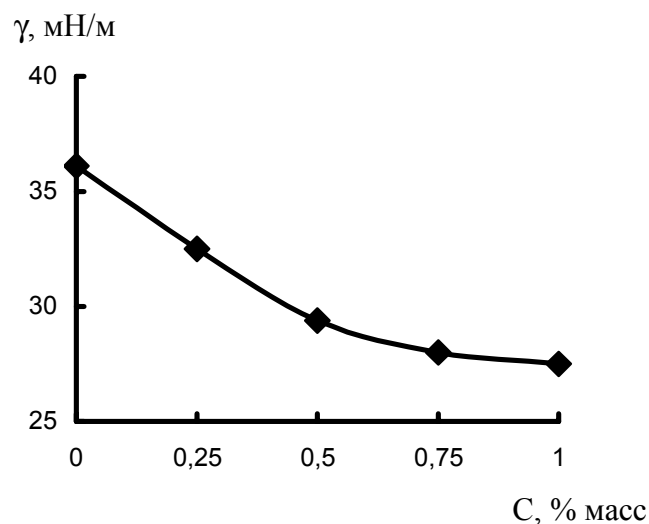


Рис 4. Зависимость поверхностного натяжения эпоксидной смолы ЭД-20 от концентрации полиметилфенил-силоксана П-133

На рис. 4 представлена изотерма поверхностного натяжения смолы ЭД-20 в присутствии полиметилфенилсилоксана. Существенное снижение γ свидетельствует об участии кремнийорганического ПАВ в формировании граничного слоя ЭД-20 – воздух, что, в свою очередь, сказывается на процессах растекаемости и смачивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эбель А.О., Богданова С.А. // Структура и динамика молекулярных систем: Сб. статей. Вып. VIII. Ч. 2. 2001. С. 155.
2. Вашурин С.А., Богданова С.А. // Синтез, исследование свойств, модификация и переработка высокомолекулярных соединений. Сб. тезисов докладов. Вып.8, КГТУ, С.90.
- 3 Fowkes M.C. // Adv. Chem. S. 1964. V. 43. № 1. P. 99.
4. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – М.:
5. Алькаев Ф.И. // Пластические массы. 1988. № 5. С. 31.