

99

ISSN 2071-7318

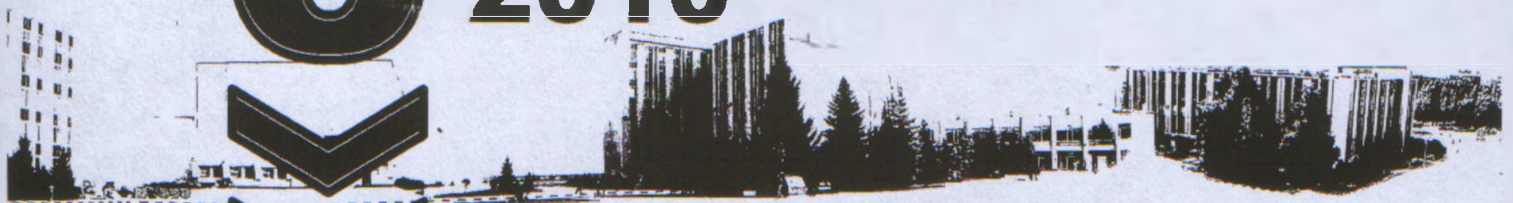
ВЕСТНИК



БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.Шухова



НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
'2010



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. В.Г. ШУХОВА

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ВЕСТНИК
БГТУ им. В.Г. ШУХОВА**

№ 3, 2010 год

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Беленцов Ю.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ АНИЗОТРОПНЫХ МАТЕРИАЛОВ	6
Данченко Ю.М., Яковлева Р.А., Обиженко Т.Н., Андронов В.А. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЭПОКСИПОЛИМЕРОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	11
Кнотько А.В., Меледин А.А., Судьин В.В., Гаршев А.В., Путляев В.И., Третьяков Ю.Д. МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СТЕКЛОФИБРОЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТАХ	16
Алфимова Н.И., Черкасов В.С. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМЗИТА В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ	21
Нелюбова В.В., Череватова А.В., Строкова В.В., Гончарова Т. ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ОКРАШЕННЫХ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРИСУТСТВИИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ВЯЖУЩЕГО	25
Логанина В.И., Макарова Л.В. СВОЙСТВА ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ОКРАШЕННЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СИЛИКАТОВ КАЛЬЦИЯ ДЛЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ	29
Войтович Е.В., Череватова А.В. НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЕ КОМПОЗИЦИОННОЕ ГИПСОВОЕ ВЯЖУЩЕЕ – ВЯЖУЩЕЕ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ	32
Комохов П.Г., Лейкин А.П., Беленцов Ю.А., Комохов А.П. НАНОТЕХНОЛОГИЯ ЦЕМЕНТНОГЛИНОБЕТОНА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГЛУБИННОЙ ЭНЕРГИИ И ЗЕМНОГО МАГНЕТИЗМА	35
Мухамбеткалиев К. К., Ивашенко Ю. Г. ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МОДИФИКАТОР ГЛИНОЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ	40
Овчаренко Г.И., Хижинкова Е.Ю., Музалевская Н.В., Алексеенко В.В. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ЦЕМЕНТНО – ЗОЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ	45
Радоуцкий В.Ю., Шульженко В.Н., Ветрова Ю.В. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	48
Рассоха А.Н. СОРЕБИЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ФУРАНО-ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ	51
Смоляго Г.А., Дронова А.В. К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ СТЕН МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ	56
Толыпина Н.М., Рахимбаев Ш.М., Карпачёва Е.Н. ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ В МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА МЕЛКОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ	60
Лесовик В.С., Чулкова И.Л. ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ИЗВЕСТКОВО-РЕСТАВРАЦИОННЫХ КОМПОЗИТОВ	64
Ханин С.И. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ С ВНУТРИМЕЛЬНИЧНЫМ ЭНЕРГООБМЕННЫМ КЛАССИФИЦИРУЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ	69

Данченко Ю.М., канд. техн. наук, доц.,
Яковлева Р.А., докт. техн. наук, проф.,
Обиженко Т.Н., канд. техн. наук, доц.

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры
(Украина, г. Харьков)

Андронов В.А., докт. техн. наук, проф., начальник факультета пожарной безопасности
Национальный университет гражданской защиты Украины (Украина, г. Харьков)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЭПОКСИПОЛИМЕРОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Исследовано влияние природы поверхностно-активных веществ (ПАВ) и кислотно-основных характеристик поверхности дисперсных минеральных наполнителей на кинетику отверждения эпоксиамидаминных клеевых композиций и мастик. Определены физико-химические закономерности изменения кинетических параметров начальной стадии процесса структурирования эпоксиамидаминных олигомер-олигомерных систем, содержащих ПАВ и дисперсные минеральные наполнители.

Ключевые слова: эпоксиполимеры, ПАВ, структурообразование, дисперсные минеральные наполнители, клеевые композиции, мастики.

Известно, что для улучшения технологических и эксплуатационных характеристик в эпоксиамидаминные композиции вводят поверхностно-активные вещества (ПАВ) и дисперсные минеральные наполнители различной химической природы. Одновременно с этим композиции могут приобретать некоторые специальные свойства (биоцидность, биостойкость, тиксотропность и др.), необходимые для реализации технологии применения или для использования материала в специфических условиях эксплуатации. При этом чаще всего приходится сталкиваться с резким увеличением вязкости систем, что значительно ограничивает возможности их применения. Поэтому исследование механизма начальной стадии процесса отверждения модифицированных клеевых композиций и мастик представляет большой практический интерес. Целью данной работы является определение закономерностей влияния природы поверхностно-активных веществ и кислотно-основных характеристик поверхности дисперсных минеральных

наполнителей на характер и механизм процесса отверждения эпоксидных композиций.

В качестве эпоксиамидаминного связующего использовали эпоксидиановый олигомер (марки ЭД-20) и смесевой отвердитель, состоящий из олигоамида (марки Л-20) и полиэтиленполиамина (марки ПЭПА). Для модификации использовали ПАВ – неионогенный продукт взаимодействия модифицированных высших жирных кислот касторового масла и диэтаноламина (марки Амирол) и катионоактивный триалкилбензиламмоний хлорид (ТАБ). Для регулирования технологических и эксплуатационных свойств мастик использовались воздушно-сухие дисперсные минеральные наполнители, отличающиеся природой и количественным соотношением оксидов: маршалит, диабазовый порошок (ДП), белая сажа марки БН-50, кислотостойкий наполнитель (КН) и аэросил марки А-175. Размер частиц для всех наполнителей (кроме БН-50 и А-175) не превышал 50-60 мкм. Минеральный состав наполнителей приведен в таблице 1.

Таблица 1

Минеральный состав наполнителей.

Наполнитель	Минеральный состав, % масс						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	K ₂ O
Маршалит	98,0	-	-	-	-	-	-
Диабазовый порошок (ДП)	30,2	14,0	4,1	16,1	1,6	9,6	3,2
Белая сажа (БН-50)	99,0	-	-	-	-	-	-
Аэросил (А-175)	99,9	0,05	-	0,003	0,03	-	-
Кислотост. наполнитель (КН)	64,7	18,0	1,5	2,2	-	3,8	-

Определение кислотно-основных характеристик поверхности дисперсных минеральных наполнителей проводилось фотометрическим

методом по адсорбции индикаторов из водной среды [1].

В основе методики лежит адсорбция одноосновных индикаторов определенной кислотной

силы на поверхности твердых веществ из водной среды. Ассортимент используемых индикаторов позволяет регистрировать кислотно-основные центры поверхности в диапазоне кислотности $-4,4 - +17,2$. Адсорбция индикатора в условиях анализа происходит как на центрах Бренстеда ($- \text{Э}-\text{ОН}$), так и на центрах Льюиса ($- \text{Э}^-, - \text{Э}\text{O}^+$), на которых по координационному механизму адсорбированы молекулы воды в соответствии с его значением pK_a . Методика позволяет проводить количественное определение суммарной кислотности по Бренстеду и Льюису с дифференциацией центров адсорбции по типу и силе в зависимости от pK_a применяемого индикатора.

Закономерности начальной стадии процесса отверждения эпоксидных композиций определяли диэлектрическим методом, который основан на регистрации изменения удельного объемного электросопротивления ρ_v реакционной массы и оценке скорости реакции по возрастанию этой величины. Конструкция измерительной ячейки описана в работе [2]. Процесс от-

верждения изучали в интервале температур 303-323К. Результаты экспериментальных исследований эпоксидных систем представлены в таблице 2.

Параметры реакции отверждения эпокси-дианового олигомера полиэтиленполиамином и олигоамидом показывают, что использование амидоаминного бинарного отвердителя позволяет получить композицию, скорость отверждения которой приблизительно в 1,5 раза больше скорости отверждения композиции, отверждающейся олигоамидом.

Введение малых количеств (~2 масс. ч) поверхностно-активных добавок в эпоксиамидо-аминную композицию в обоих случаях способствует увеличению скорости отверждения и уменьшению условной энергии активации процесса. Полученные данные свидетельствуют о том, что полярные группы (гидроксильные у Амирола и четвертичный ион аммония у ТАБ) ускоряют процесс структурообразования. Каталитическое действие иона аммония подтверждается известными исследованиями [3,4].

Таблица 2

Условные кинетические характеристики начальной стадии процесса отверждения эпоксидных систем

Соотношение компонентов, масс. ч.	Условная скорость процесса отверждения, при температуре, К			Условная энергия активации, кДж/моль
	303	313	323	
ЭД-20:ПЭПА=100:12	0,181	0,406	0,713	55,6
ЭД-20:Л-20=100:40	0,036	0,069	0,135	54,3
ЭД-20:Л-20:ПЭПА=100:40:2	0,044	0,108	0,184	58,1
ЭД-20:Л-20:ПЭПА :Амирол=100:40:2:2 (ЭК)	0,059	0,123	0,179	45,0
ЭД-20:Л-20:ПЭПА:ТАБ =100:40:2:2	0,071	0,123	0,179	37,5
ЭК + аэросил, масс. ч. 5	0,138	0,221	0,402	37,0
10	0,126	0,340	0,389	13,0
15	0,086	0,245	0,307	15,5
ЭК+КН, масс. ч 10	0,152	0,201	0,595	48,1
20	0,159	0,324	0,462	29,1
30	0,130	0,316	0,471	24,4
ЭК+МКН, масс. ч 30	0,073	0,098	0,432	52,0
ЭК+ДП, масс. ч 30	0,111	0,124	0,428	44,0
ЭК+МДП, масс. ч 30	0,089	0,122	0,530	42,0
ЭК+аэросил+КН, масс. ч. 13:13	0,112	0,253	0,657	19,6

Для получения клеевых мастичных композиций, обладающих тиксотропными свойствами, использовались дисперсные минеральные наполнители различной химической природы. Введение дисперсных наполнителей в эпоксидные композиции может привести к появлению широкого спектра взаимодействий от слабых физических (вандерваальсовых) до химических,

на границе раздела фаз наполнитель - связующее. Очевидно, что природа этих взаимодействий в значительной мере будет зависеть от химии поверхности наполнителей, и компонентного состава отверждающейся эпоксидной системы. Кроме того, необходимо учитывать то, что при адсорбции может происходить конкурентная (селективная) адсорбция компонентов

[5]. В работе изучено влияние кислотно-основных поверхностных центров дисперсных минеральных наполнителей на процессы отверждения эпоксиамидоаминных композиций.

Исходя из литературных данных, в зависимости от наличия кислотно-основных групп, возможны различные варианты влияния на процесс отверждения эпоксидных композиций. Так, известно [4], что наличие каталитического количества протонных кислот и щелочей вызывает полимеризацию эпоксидных групп с образованием простых полиэфиров, но эти реакции проходят обычно при повышенных температурах. В присутствии гидроксилсодержащих соединений облегчается раскрытие эпоксидных групп аминами [6]. В присутствии гидроксильных групп можно, не прибегая к повышению температуры, ускорить реакцию отверждения на начальной стадии и сократить общую продолжительность реакции отверждения. Наиболее высокая скорость отверждения эпоксидных олигомеров наблюдается в присутствии кислот Льюиса.

Одним из основных показателей, по которому можно оценить поверхность и контролировать изменение ее характеристик в реальных процессах, являются кислотно-основные свойства, которые во многом определяют адсорбционную и реакционную способность поверхности твердого вещества [7].

В соответствии с донорно-акцепторной моделью строения твердого тела [8] поверхность представлена в виде спектра распределенных центров адсорбции (РЦА). На шкале РЦА выделены четыре области: льюисовские основные (рКа от -4...0), бренстедовские кислотные (рКа

0...+7) и основные (рКа +8...13), и льюисовские кислотные (рКа >+13) центры.

Естественно, что природные кремнеземы, алюмосиликаты могут содержать весь спектр центров адсорбции, в зависимости от химико-минералогического состава. Необходимо отметить, что кислотность и основность являются относительными свойствами, которые проявляются только в присутствии компонентов кислотно-основного взаимодействия: соединения потенциально способные быть кислотой, становятся таковыми только в присутствии основания и наоборот. Общепринятые определения понятий кислоты и основания по Бренстеду и Льюису распространяются и на органические соединения, поэтому соединения, входящие в состав эпоксидной композиции, рассматриваются нами именно с этой позиции.

В ряде случаев для регулирования степени взаимодействия наполнителя и полимера в композицию вводятся поверхностно-активные вещества, молекулы которого, адсорбируясь на поверхности наполнителя, изменяют свойства поверхности. В других случаях этих же результатов добиваются путем обработки поверхностно-активными веществами поверхности самих наполнителей. Поэтому был проведен сравнительный анализ изменения кислотно-основных свойств минеральных наполнителей обработанных Амиролом, в состав которого входят гидроксильные и замещенные амидные группы. Результаты исследований кислотно-основных свойств поверхности наполнителей представлены в таблице 3.

Таблица 3

Кислотно-основные свойства поверхности наполнителей

Название наполнителя	Удельная поверхность, м ² /г	A · 10 ³ , мг экв/м ²				Σ A · 10 ³ , мг экв/м ²
		-0,29	+5,0	+8,0	+10,5	
Маршалит	0,33	3,0	5,50	14,7	0,016	23,216
		1,8	4,90	2,7	0,01	9,41
Диабазовый порошок (ДП)	0,47	1,1	44,3	14,0	45,6	105,0
		2,1	36,5	11,5	32,0	82,1
Кислотостойкий наполнитель (КН)	0,57	9,6	28,0	4,3	150,0	191,9
		0,9	33,8	5,4	60,0	100,1
Аэросил (А-175)	175	0,0118	0,115	0,023	0,228	0,3776
		0,005	0,096	0,0096	0,262	0,3726
Белая сажа (БН-50)	50	0,049	0,056	0,100	1,32	1,525
		0,0095	0,220	0,068	0,70	0,9975

*В числителе немодифицированный наполнитель, в знаменателе – поверхностно модифицированный Амиролом (1%).

Как видно из таблицы 3 наименьшее количество активных центров адсорбции наблюдается на поверхности аэросила и белой сажи, состоящих из аморфного диоксида кремния. Несколько больше активных центров адсорбции

выявлено на поверхности кристаллического диоксида кремния – маршалита. На поверхности маршалита больше всего бренстедовских слабокислых центров с рКа ≤ +8,0 и кислых с рКа ≤ +5,0 и минимальное количество бренстедовских ос-

новых центров с $pK_a \leq +10,5$. Кроме того, на поверхности маршалита обнаружено сравнительно высокое содержание льюисовских основных центров с $pK_a \leq -0,29$.

Распределение центров на поверхности диабазового и кислотостойкого наполнителей отличается от кремнийсодержащих наполнителей, что обусловлено их химическим составом (табл. 1). На поверхности этих материалов самое большое количество бренстедовских основных центров ($pK_a \leq +10,5$) – 45,6 и $150 \cdot 10^{-3}$ мг экв/м², соответственно, что очевидно связано с наличием гидратированных Fe_2O_3 и присутствием оксидов щелочноземельных металлов. Наличие в составе диабазового и кислотостойкого наполнителей таких оксидов, как SiO_2 , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 придают их поверхности сравнительно высокую бренстедовскую и льюисовскую кислотность.

Как было указано выше, уровень адсорбционного взаимодействия на границе раздела фаз полимер-наполнитель можно осуществлять путем модификации поверхности наполнителя. Из таблицы 3 видно, что Амирол адсорбируется избирательно на поверхности наполнителей, а именно, больше всего на бренстедовских основных центрах с $pK_a \leq +10,5$ и особенно льюисовских основных центрах $pK_a \leq -0,29$ на поверхности КН и белой сажи, а также слабокислых центрах с $pK_a \leq +8,0$ маршалита и аэросила. В меньшей степени поддается модификации поверхность диабазового наполнителя. Во всех случаях Амирол практически не адсорбируется на бренстедовских кислых центрах $pK_a \leq +5,0$, или адсорбируется слабо. Из представленных данных видно, что Амирол лучше адсорбируется из водных растворов на поверхности КН и маршалита, и в меньшей степени на поверхности ДП, белой сажи, аэросила. В результате вышесказанного можно утверждать, что на поверхности дисперсных наполнителей имеются разнообразные кислотно-основные активные центры, которые могут оказывать существенное влияние на процессы отверждения наполненных эпоксиаминных композиций.

Из таблицы 2 видно, что КН ускоряет реакцию в большей степени, чем ДП. Большая скорость отверждения в присутствии КН, очевидно, связана, как с большим количеством активных центров на его поверхности, так и с их типом. Так, у КН в три раза больше бренстедовских основных центров с $pK_a \leq +10,5$ и почти в десять раз больше льюисовских основных центров с $pK_a = -0,29$ по сравнению с количеством этих центров на поверхности ДП (табл. 3). Причем по абсолютной величине количество центров на поверхности КН $pK_a = +10,5$ почти на полтора

порядка выше чем с $pK_a = -0,29$. Кроме того, ускорение процесса за счет электронодонорных центров с $pK_a = -0,29$ маловероятно. Следовательно, активные центры с $pK_a = +10,5$, по-видимому, в какой-то степени, ответственны за ускорение процесса отверждения. В пользу этого предположения свидетельствуют данные, полученные при отверждении композиций в присутствии модифицированного КН (МКН) и модифицированного ДП (МДП), поверхность которых обработана раствором Амирола. Как видно из таблицы 2, при введении 30 масс. ч. МКН скорость отверждения снизилась почти в 2 раза по сравнению с немодифицированным КН до значения ненаполненных композиций. Тогда как в присутствии МДП она снизилась на 20%, по сравнению с немодифицированным ДП. При этом концентрация активных центров с $pK_a = +10,5$ у МКН снизилась в 3 раза, а у МДП всего лишь на 30% по сравнению с немодифицированной поверхностью (табл. 3). При этом количество других центров $pK_a = +5$ и $pK_a = +8$ практически не изменилось, как в одном, так и в другом случае. Из этого следует, что обработка поверхности КН Амиролом способствует снижению концентрации активных центров, особенно с $pK_a = +10,5$, а это в свою очередь приводит к ощутимому снижению скорости отверждения эпоксидных композиций в его присутствии. Очевидно, что Амирол на ранних стадиях отверждения не адсорбируется на межфазной поверхности указанных наполнителей, в противном случае не наблюдалось бы ускорение процесса отверждения в присутствии наполнителей. Этот вывод согласуется с данными работы, где утверждается, что неионогенные гидроксилсодержащие ПАВ хорошо растворимы и совмещаются с эпоксидными олигомерами, и их поверхностная активность проявляется лишь на более поздних стадиях отверждения, когда совместимость их с формирующейся полимерной сеткой уменьшается, и они выходят на межфазную поверхность, в отличие от реакционноспособных ПАВ, каким является олигоамид, совместимость которого с полимерной сеткой в процессе отверждения возрастает [9,10].

Из приведенных данных видно также, что при введении высокодисперсного аэросила тоже наблюдается ускорение процесса отверждения и концентрационная зависимость носит экстремальный характер с максимумом в области 5 – 10 масс. ч., однако если учесть удельную поверхность наполнителей, то общая поверхность взаимодействия аэросила с полимером превышает на три порядка суммарную поверхность контакта ДП и КН, и поэтому не совсем кор

ректно их сравнивать между собой. При дальнейшем повышении содержания азросила до 15 масс. ч. скорость отверждения снижается, по видимому, в результате значительного повышения вязкости композиции. В результате чего снижается диффузионная способность реагирующих молекул и их транспортировка в зону реакции, а также возможным блокированием активных центров азросила в результате адсорбции Амирола на поверхности.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования позволяют сделать вывод о том, что скорость начальной стадии процесса отверждения эпоксиамидаминных систем существенно меняется при введении ПАВ и дисперсных минеральных наполнителей. Установлено, что характер изменения зависит от природы функциональных групп молекул ПАВ и кислотно-основных свойств поверхностных адсорбционных центров дисперсного минерального наполнителя. Обнаружено, что четвертичный атом азота в составе катионоактивного триалкилбензиламмоний хлорида оказывает в 2 раза больший каталитический эффект, чем гидроксильные группы в молекуле неионогенного Амирола. Экспериментально установлено, что адсорбционные центры Бренстеда основного характера на поверхности дисперсного минерального наполнителя оказывают наибольшее каталитическое воздействие на процесс отверждения исследуемых систем. На основе полученных экспериментальных данных определены основные закономерности изменения кинетических параметров начальной стадии процесса отверждения эпоксиамидаминных клеевых композиций и мастик, которые позволяют направленно регулировать такие важнейшие технологические свойства как вязкость и жизнеспособность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кислотно-основные свойства поверхности твердых веществ: Метод. указания/ ЛТИ им. Ленсовета. - Л. - 1989. - 23с.
2. Бекетов В. Е., Кузнецова В. М. Ячейка для измерения ρ_1 и $1g \delta$ в процессе отверждения терморезактивных олигомеров //Заводская лаборатория. - 1993. - №6. - С.65-66
3. Карат Л. Д., Стрельцов В. И., Карпов О. Н. Изучение направления раскрытия эпоксидного цикла в реакциях амидов карбоновых кислот с α -оксидами // Пласт. массы. -1995. - №4. - С. 17-18
4. Ли Х., Невилл К. Справочное руководство по эпоксидным смолам - М.: Энергия. - 1973. - 416 с.
5. Липатов Ю. С. Физико-химические основы наполненных полимеров. - М.: Химия. - 1991. - 260 с.
6. Носков А. М., Новиков Н. И. О механизме образования эпоксидных полимеров // Композиционные полимерные материалы. - 1983. - Вып. 17. - С. 56-60
7. Табаке К. Катализаторы и каталитические процессы. - М.: Мир. - 1993. - 172 с.
8. Нечипоренко А. П., Кудряшова А. И. Исследование кислотности твердых поверхностей методом рН-метрии // Ж. прикл. химии. - 1987. - №9. - С. 1957-1961
9. Кинлок Э. Адгезия и адгезивы: Наука и технология. - М.: Мир. - 1991. - 484 с.
10. Веселовский Р. А. Регулирование адгезионной прочности полимеров. - К.: Наукова думка. - 1988. - 176с.