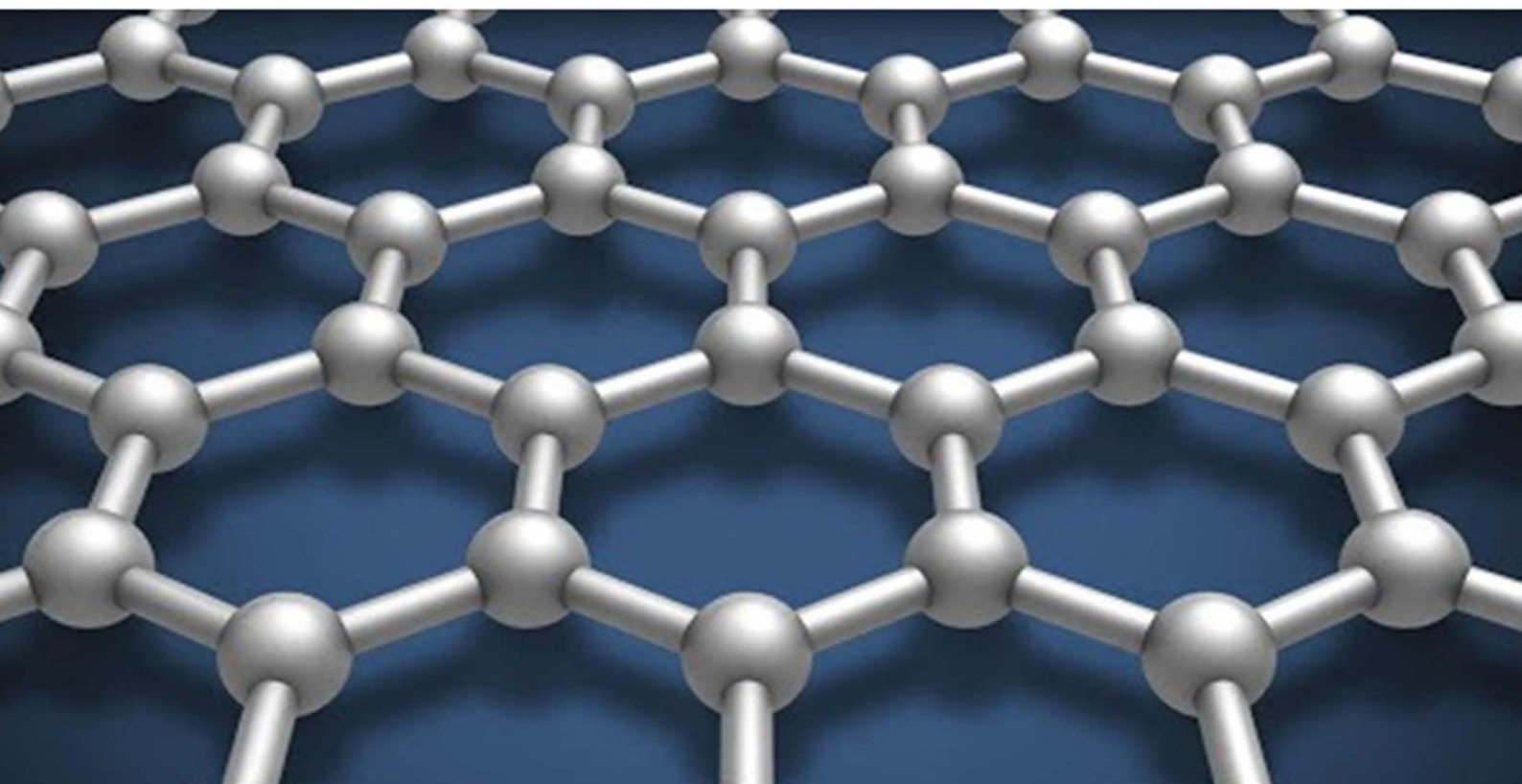


ISSN 2091-5527
№ 4/2024

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЭПОКСИСИЛОКСАНОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ОСНАСТКАХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Негматов С.С., Тургунов А.А., Абед Н.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Солиев Р.Х.

ГУП «Фан ва тараккиёт» при ТашГУТУ им. И. Каримова

Аннотация. В данной статье приведены результаты исследований закономерности формирования эпоксисилоксановых полимерных материалов для применения в оснастках железобетонных изделий. Исследованиям установлено, что рабочие слои эпоксисилоксановых полимеров представляют собой преимущественно силоксановый полимер, в котором в виде химически сшитых сегментов находятся фрагменты эпоксидного полимера, а слои со стороны подложки, наоборот, эпоксидный полимер, в котором в виде дисперсных включений и химически связанных фрагментов находится силоксановый полимер.

Ключевые слова: силоксановый полимер, закономерности формирования, железобетонные конструкции, оснастка, аминофенол, пиперидин.

Введение. В строительной промышленности в мире широко применяются железобетонные изделия и конструкции. В связи с этим возрастает роль технологической оснастки, в которой формируются основные элементы современного строительства - железобетонные конструкции, а также элементы отделки интерьера помещений - листовые и пленочные полимерные рельефные оболочки, получаемые методом термовакуумформования. От работоспособности рабочих элементов такой оснастки зависит выпуск конструкций полной заводской готовности, а следовательно и эстетический уровень строительства. В этом плане особое внимание уделяется использованию в конструкциях оснастки композиционных полимерных материалов. Они позволяют повысить триботехнические характеристики оснастки, снизить усилие распалубки, налипание бетона, повысить заводскую готовность строительных конструкций; увеличить механическую прочность и долговечность самой оснастки [1-4].

В Стратегии дальнейшего развития Нового Узбекистана отмечены важные задачи, в частности «... поднятию промышленности на качественно новый уровень, глубокой переработки местных сырьевых ресурсов, ускорению производства готовой продукции, освоению новых видов продукции и технологий...». В этом аспекте разработка композиционных эпоксисилоксановых материалов для применения в рельефных элементах технологической оснастки железобетонных изделий и конструкций является актуальной проблемой.

Объекты исследования: в качестве полимерных связующих был выбран эпоксидные смолы ЭД-20 (ГОСТ 10587-84), ЭЦ-

Н (ТУ 6-05-1180-76), Э-181 (ТУ 6-05-1747-76), а в качестве отвердителей - высокоактивный аминный отвердитель, являющийся продуктом конденсации формальдегида и фенола с диэтилентриамином, УП-583-диэтилентриамино-метилфенол (ТУ -6-05-241-331-82), моноцианэтилдиетилентриамин VII-06334 (ТУ-6-05-1663-78) и пиперидин (ТУ-6-09-3673-74) - вторичный ароматический амин. В качестве силоксанового полимера был выбран диметилсилоксановый каучук (ТУ 38-105462-80), ДМСК с молекулярной массой 18-21 тысяч образует высокопрочный вулканизат, отвердитель - диметилсилоксанового каучука катализатор метиловый эфир ортотитановой кислоты (ТУ 602-805-78), в качестве наполнителей был выбран графит ГС-2 (ГОСТ 17022-76), феррит стронция, порошок железной марки ПЖОМЗ (ГОСТ 9848-74), растворители: ацетон (ГОСТ 2603-79), толуол (ГОСТ 5789-78).

Методы исследования. При выполнении этой работы использованы ИК-спектроскопия, для определения триботехнических, физико-механических свойств композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе применялись общепринятые стандартные методы, разрешенные в странах СНГ.

Результаты исследований и их анализ. Исследовались смеси эпоксидного олигомера ЭД-20 с аминными отвердителями и диметилсилоксанового каучука (ДИСК) с метиловым эфиром ортотитановой кислоты (МЭОТК), а также смеси олигомера ЭД-20 с аминными и силоксановыми отвердителями. Содержанию силоксановых олигомеров варьировалось от 5 до 30 массовых частей на 100 массовых частей эпоксидного олигомера ЭД-20. Время и температура термостатирования при

смешении соответственно составляла 0,6-1,5 кс и 293-323 К.

Аминные отвердители эпоксидного олигомера подбирались так, чтобы можно было выявить закономерности формирования фазовой структуры эпоксисилоксановых полимеров в зависимости от реакционной способности аминов. Характер кинетического процесса гелеобразования системы эпоксидный олигомер ЭД-20-пиперидин близок к системе ДИСК/МЭОТК. В смеси этих систем наблюдалось формирование глобулярных структур эпоксидного и силоксанового полимеров каждого на своем активном центре полимеризации с одновременным градиентным микрофазовым их разделением. Время гелеобразования системы ЭД-20/УП-583 значительно меньше, чем система ДМСК/МЭОТК. В смеси этих систем происходит более быстрое образование гельфракции системы ЭД-20/УП-583, что приводит к образованию эпоксидметилсилоксанового полимера, в котором формирование градиентной структуры проявляется в меньшей степени. Наблюдается более равномерное распределение силоксановой фазы в эпоксидной матрице [5-9].

При использовании малоактивного моноцианэтилдиэтилентриамин (УП - 0633М), к тому же являющегося хорошим разбавителем смеси, происходит первоначальное фазовое структурообразование системы ДИСК/ МЭОТК. При этом наблюдается ярко выраженное градиентное разделение смеси с переносом силоксановой фазы к поверхности, контактирующей с воздухом. И только после этого происходит гелеобразование смеси. Рабочий слой, контактирующий с воздухом, имеет высокую концентрацию ДМСК/МЭОТК, а противоположный слой, контактирующий с подложкой - незначительную концентрацию этого полимера. Переход в рабочий слой силоксанового компонента зависит от используемого аминного отвердителя и возрастает в следующем ряду отвердителей: аминофенол, пиперидин, моноцианэтилдиэтилентриамин.

Процесс расслаивания смесей заканчивается формированием трех взаимопроникающих слоев: верхнего поверхностного слоя, обогащенного диметилсилоксановым каучуком; промежуточного слоя, состоящего из эпоксидного и силоксанового компонентов; слоя, прилегающего к подложке, состоящего преимущественно из эпоксидного компонента с единичными включениями диметилсилоксанового каучука. Для смесей

эпоксидного олигомера ЭД-20+КО-810; ЭД-20+КО-812 при тех же аминных отвердителях наблюдается аналогичная закономерность градиентного микрофазового разделения компонентов, как и для смесей (ЭД-20/амин) + (ДМСК/МЭОТК). Существенное различие между этими смесями заключается в том, что при использовании ДИСК процесс термообработки может быть одноступенчатым, тогда как для смесей с КО-810, КО-812 - этот же процесс должен быть двухступенчатым, так как КО-810 и КО-812 начинают переходить в гелеобразное состояние при повышенных температурах.

Методом оптической микроскопии и микротвердости установлено, что рабочие слои градиентных эпоксисилоксановых полимеров имеют неоднородную "мозаичную" структуру. Это связано с тем, что наряду с силоксановой фазой в этих поверхностях располагаются частицы эпоксидного полимера. В табл.1 приведены данные, количественно характеризующие градиентное микрофазовое разделение олигомерных смесей в зависимости от их состава. Как следствие этого процесса наблюдается изменение микротвердости и контактного угла смачивания "пробной" жидкостью. Значения микротвердости рабочих слоев составляла 130-160 МПа, при наличии участков с микротвердостью 170-195 МПа, за которые ответственна эпоксидная фаза; в противоположных слоях образцов. со стороны подложки значения микротвердости составляли 185-200 МПа. "Мозаичность" структуры полимера и как следствие неоднородность микротвердости рабочих, слоев исследованных полимеров обусловлена также наличием шероховатостей, характер которых определяется регулярным чередованием- эпоксидной и силоксановой фаз в этих слоях.

Толщину рабочего (обогащенного силоксановым компонентом) слоя образца регулировали изменением соотношения олигомеров, времени и температуры термостатирования при смешении компонентов.

Для оценки влияния подложки на характер и свойства. поверхностных слоев эпоксисилоксановых полимеров исследовались поверхности образцов, получаемых в стальных формах как "лицом" вверх (на подложке), так и "лицом" вниз (непосредственно на поддоне формы). При этом было установлено, что поверхности, получаемые "лицом" вверх всегда имели слои, обогащенные силоксановой фазой, а "лицом" вниз - эпоксидной.

Таблица 1.

Составы исследованных эпоксисилоксановых полимеров градиентного типа, параметры технологического процесса их химического формования*, показатели микротвердости и контактного угла смачивания рабочего и противоположного (на границе с подложкой) слоев полимерных образцов. (Толщина образцов - 10 мм, исходная концентрация силоксанового компонента - 10 масс.ч.ас.)

Но мер сме си	Наименование силоксана нового компо- нента	Вид отвердителя	Параметры термообработки		Содержание силокса- нового компонента в рабочем 100 мкм слое полимерных образцов при его исходном содержании в смеси			Содержа- ние гел- фракции в рабочем 100 мкм слое, %	Микротвердость поверхностного слоя полимерных образцов, МПа, xxx		Контактный угол смачивания поверхностного слоя полимерных образцов, xxxx	
			Время, кс	Тем-ра, К	5	10	20		на границе с подлож- кой	на границе с воздух	на границе с подлож- кой	на границе с воздух
1	ДМСК/ МЭОТК	ПП	10,8	393	32	38	46	95,55	190	130:170	30	48
2	ДМСК/ МЭОТК	УП-583	10,8	393	22	24	34	97,42	200	130:190	31	47
3	ДМСК/ МЭОТК	УП-0633М	36	293	38	42	48	85,44	180	130:175	30	48
4	КО-612	ПП	10,8/ 10,8	393/ 443	19	24	31	92,45	200	160:190	30	42
5	КО-812	УП-583	10,8/ 10,8	393/ 443	15	21	28	96,82	200	155:195	29	44
6	КО-812	УП-0633М	36/ 10,8	293/ 443	25	29	36	84,51	185	100:180	31	43

x - Температура термостатирования при смешении для смесей 1,2 и 4,5 - 313К, время - 1,2 кс; 3,6 - 293 К, 1,2 кс
xx - Для смесей 4-6 термообработка двухступенчатая. В числителе - параметры первой ступени, в знаменателе - второй.

xxx - Рабочая поверхность эпоксисилоксановых покрытий имеет мозаичную структуру, рабочая поверхность образцов формировалась свободно в формах при контакте с воздухом.

xxxx - Пробная жидкость глицерин

Во втором разделе этой главы даны результаты ИК-спектроскопических исследований эпоксисилоксановых полимеров. При этом изучались ИК-спектры различных слоев образцов. Выявлено, что при формировании таких полимеров имеет место конверсия эпоксигрупп (860 см^{-1}) и взаимодействие гидроксильных групп с силоксановыми (3400 см^{-1}). ИК-спектры рабочих противоположных слоев в основном идентичны. Однако в них имеются характерные отличия. В спектре слоя на границе с подложкой присутствуют полосы при $3020, 3040\text{ см}^{-1}$ от валентных колебаний СН-связей в ароматическом кольце, а в спектрах верхних слоев интенсивность этих полос намного ниже. Полосы от валентных колебаний СН-связей в алкильных группах в области $2800-2950\text{ см}^{-1}$ верхнего слоя близки к полосам ДИСК при 2925 см^{-1} , а нижних слоев к отвержденной ЭД-20. Полосы при 1005 см^{-1} в спектре верхнего слоя

близки к полосам от деформационных колебаний связей $\text{Si}-(\text{CH}_3)_2$ при 1010 и 1075 см^{-1} , а в спектрах слоя на границе с подложкой полосы при $1025, 1100\text{ см}^{-1}$ близки к поло-, сам от С-О-С фрагментов при $1025, 1100\text{ см}^{-1}$. Однако неполное совпадение полос эпоксидметилсилоксановых полимеров со спектрами отвержденных ДИСК и ЭД-20 свидетельствует о химическом взаимодействии этих олигомеров.

Выводы. Таким образом, можно заключить, что рабочие слои эпоксисилоксановых полимеров представляют собой преимущественно силоксановый полимер, в котором в виде химически сшитых сегментов находятся фрагменты эпоксидного полимера, а слои со стороны подложки, наоборот, эпоксидный полимер, в котором в виде дисперсных включений и химически связанных фрагментов находится силоксановый полимер.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокompозитов

Негматов С.С., Тургунов А.А., Абед Н.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Солиев Р.Х. Исследование закономерностей формирования эпоксисилоксановых полимерных материалов для применения в осях железобетонных изделий	3
Jo'rayev M.M., Xushvaqtoev S.Y., Xasanova M.A. Yeryong' oq po'stlog'i asosidagi yangi materialning fizik kimyoviy xossalari	6
Жумаева А.А. Модификацияланган базальт билан тўлдирилган ПВХ композицияларини қайта ишлашда уларнинг технологик хossalарини тадқиқ қилиш ва пластограммалар таҳлили	9
Турабджанов С.М., Кучкарова Н., Юсупова Г., Шамсуддинов Л. Титан (IV) билан КУ-2-8 катионитини модификациялаш шароитларини ва олинган ионитнинг қўлланиш соҳаларини аниқлаш	12
Негматов С.С., Тургунов А.А., Абед Н.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Солиев Р.Х. Исследование взаимосвязи между структурой эпоксисилоксановых полимерных композиций и их важнейшие эксплуатационные свойства	16
Tursunova D.I., Maksumova O.S. Kislotali gidroliz usuli bilan tovuq patidan sintez qilingan oqsilning xromatografik tahlili	19
Usmonova X.X., Eshtursunov D.A., Botirov S.X., Muxamediyev M.G., Bekchanov D.J. Uzoq tartibdagi ta'sirlashuvga asoslangan ion almashinuvchi materiallar yordamida suvli eritmалardan Cu(II) ionlarini samarali ajratib olish	23
Sherkulova N., Shodiev D., Khamidova I. Great opportunities to increase the range and competitiveness of silk fabrics	25

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Эргашев Н.Э., Абед Н.С., Бозорбоев Ш.А., Негматов Ж.Н., Муродов И.И., Абдукахаров А.А. Исследование физико-механических свойств композиционных полиэтиленовых материалов триботехнического назначения	28
Berdiyev D.M., Abdullayev V.K., Abdullayev A.X., Kuziyev G.Sh. Yeyilishbardosh qoplama qoplash jarayonining termodinamik ko'rsatkichlarini hisoblash	31
Махмадуллаев Ж.О., Джалилов А.Т., Соттикулов Э.С., Соатов С.Ў. Маҳаллий полимер олтингугуртти резина қоришмаларининг реологик хossalарига бўлган таъсирини ўрганиш	34
Абед Н.С. Исследование влияния минеральных, волокнистых и углеродистых наполнителей на физико-механические свойства композиционных полимерных материалов	36
Очилдиев К.Т., Мухаметджанова Ш.А., Маткаримов С.Т., Маткаримова Н.С., Носирхужаев С.К., Нуралиев О.У., Исмоилов Ж.Б., Акрамов У.А., Чориев Х.И., Тухтамуродов Ф.Б. Термодинамические основы процесса восстановления оксидов металлов в медных производственных конвертерных шлаках с применением клинкера	40
Негматов Ж.Н., Абед Н.С., Эргашев Н.Э., Абдукахаров А.А., Муродов И.И., Бозорбоев Ш.А. Исследование антифрикционно-износостойких композиционных полиэтиленовых материалов применяемых в рабочих органах хлопковых машин и механизмов	46
Абралов М.А., Рауфов Л.М. Повышение износостойкости деталей тяго-дутьевых механизмов нанесением покрытий с переменной твердостью	48
Абед Н.С., Бозорбоев Ш.А., Абдукахаров А.А., Эргашев Н.Э., Муродов И.И., Негматов Ж.Н. Исследование возникновения температуры и заряда статического электричества в зоне трения при фрикционном взаимодействии композиционных полиэтиленовых материалов с хлопко-сырцом	51
Негматов С.С., Абед Н.С., Сергиенко В.П., Улмасов Т.У., Бухаров С.Н., Туляганова В.С., Рузиева Б.Ю. Экспериментальная оптимизация рецептуры, структуры и размерности компонентов по критерию ослабления звуковой энергии	53
Юнусходжаева Х.М., Юнусходжаева Н.Д., Миртолипова Н.Х. Исследования характеристик утепляющих материалов для проектирования теплозащитной одежды	57
Абдуллаев Ф.К., Тураходжаев Н.Д., Махмудов Ф.М., Тўраев А.Н., Йўлдашев О.Ч., Ахмидова М.Э. Исследования износостойкости высокохромистых чугунов	61
Тилабов Б.К. Технологические процессы изготовления качественных металлопрокатных изделий	64
Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Murodqosimov R.X., Axmedova M.E., Nurdinov Z.B. Yuqori bosim ostida ADC12 markali alyuminiy qotishmasidan quyib olingan avtomobil detallarining mexanik va mikrostrukturaviy xossalarni tadqiqot qilish	68
Эрматов О.С., Холдоров Б.Б., Ражабов Ё.С., Додаев К.О. Получение новых свойств соусов-паст за счёт добавления муки пророщенной крупы маш (<i>Vigna radiata</i>)а	71