

УДК 620.1:691.32

Ерофеев В.Т. – доктор технических наук, профессор

E-mail: fac-build@adm.mrsu.ru

Лазарев А.В. – аспирант

E-mail: a.v.lazarev@yandex.ru

Богатов А.Д. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: bogatovad@list.ru

Казначеев С.В. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: kaznacheevsv@rambler.ru

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

Адрес организации: 430005, Россия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68

Смирнов В.Ф. – доктор биологических наук, профессор

E-mail: protectfun@mail.ru

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Адрес организации: 603950, Россия, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23

Худяков В.А. – кандидат технических наук, профессор

E-mail: hudjakov@pgta.ru

Пензенская государственная технологическая академия

Адрес организации: 440605, Россия, г. Пенза, ул. Гагарина, д. 1а/11

Оптимизация составов биостойких эпоксидных композитов, отверждаемых аминокфенольным отвердителем¹

Аннотация

Для отверждения эпоксидных смол в настоящее время чаще всего применяется полиэтиленполиамин, использование которого предполагает наличие сухих условий. Для обеспечения отверждения эпоксидных смол при их нанесении на влажную поверхность и при отрицательных температурах предложен аминокфенольный отвердитель.

Полученные экспериментальные данные показали, что отверждение эпоксидных композитов аминокфенольным отвердителем, модификация пластифицирующими добавками и наполнителями оптимальных концентраций позволяет получать составы с высокими прочностными свойствами, требуемыми показателями деформативности и повышенной биостойкостью.

Ключевые слова: эпоксидная смола, наполнитель, полимерная композиция, биологическая стойкость, прочность.

Одним из важнейших свойств полимерных композиционных материалов (ПКМ), определяющих эффективность их применения в строительстве, является высокая коррозионная стойкость в условиях воздействия биологических агрессивных сред [1, 2]. В настоящей работе рассматриваются эпоксидные композиты, нашедшие наиболее широкое применение в зданиях и сооружениях с агрессивными средами при устройстве защитных покрытий по строительным конструкциям и устройстве полов [3].

В настоящее время в качестве отвердителя эпоксидных смол чаще применяется полиэтиленполиамин, использование которого предполагает сухие условия среды. Для обеспечения отверждения эпоксидных смол при их нанесении на влажную поверхность и при отрицательных температурах предложен аминокфенольный отвердитель [4]. Физико-механические свойства эпоксидных композитов на данном отвердителе исследованы недостаточно полно.

Нами определены прочностные показатели композитов, содержащих в своем составе пластификаторы и наполнители, и отверждаемых аминокфенольным отвердителем. При проведении исследований содержание отвердителя марки АСФ-2 принималось в количествах 15, 20, 25, 30, 35 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Полученные образцы таких составов были испытаны на изгиб и сжатие. Результаты испытаний приведены на рис. 1.

¹ Печатается при поддержке гранта «Экологические и физиолого-биохимические аспекты создания технологий получения биостойких строительных материалов на основе полимерных смол с целью защиты конструкций, зданий и сооружений от биоповреждений», выполняемого в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» в соответствии с Государственным контрактом № 14.512.11.0099 от 27.06.2013 г.

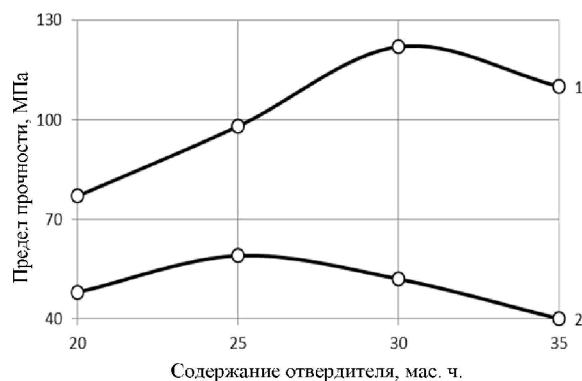


Рис. 1. Изменение прочности эпоксидных композитов на сжатие (1) и при изгибе (2) в зависимости от содержания отвердителя

Из графика следует, что из рассмотренных композитов наибольшая прочность характерна для составов с содержанием отвердителя от 25 до 30 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. При содержании отвердителя равном 15 мас. ч. составы не затвердевали, а при 20 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы прочность оказалась недостаточно высокой. Введение отвердителя в больших количествах также приводит к снижению прочности образцов.

Проведенные нами исследования композитов, отвержденных с помощью аминифенольного отвердителя по ГОСТ 9.049-91 показали, что они обладают улучшенной биостойкостью по сравнению с материалами, отверждаемыми полиэтиленполиамином (табл. 1).

Как видно из табл. 1 при содержании в эпоксидной композиции аминифенольного отвердителя в количестве 30-35 мас. ч. на 100 мас. ч. эпоксидной смолы материалы становятся фунгицидными.

С учетом полученных данных проведена оптимизация составов эпоксидных композитов на аминифенольном отвердителе с применением различных пластификаторов и наполнителей.

Таблица 1

Биостойкость эпоксидных композитов

Вид отвердителя	Количество отвердителя, в мас. ч., на 100 мас. ч. смолы ЭД-20	Обрастаемость мицелиальными грибами, баллы		Характеристика по ГОСТ 9.049-91
		Метод 1	Метод 3	
полиэтиленполиамин	10	2	5	Грибостоек
аминифенольный отвердитель	25	1	3	Грибостоек
	30	0	2	Грибостоек
	35	0	1	Фунгициден

К пластификаторам, применяемым в полимерных материалах, предъявляются следующие требования: они должны совмещаться со связующим, иметь низкую летучесть или малое содержание летучих фракций, обладать эффективностью пластифицирующего действия и не уменьшать химическую стойкость композитов [3]. В этой связи важным является получение математических зависимостей прочностных и деформативных свойств эпоксидных композитов, модифицированных пластифицирующими добавками различного типа.

В качестве пластификаторов нами использовались следующие препараты: диоктилфталат (ДОФ) который не взаимодействует ни со смолой, ни с отвердителем (роль добавки сводится к изменению межмолекулярного и внутримолекулярного взаимодействия пространственной структуры, которую она заполняет); карбамидная смола ПКП-52 – добавка, содержащая функциональные группы, способные взаимодействовать с реакционно-способными группами полимера с образованием трехмерного продукта; фурфуролацетонный мономер (ФАМ) – модификатор, не

содержащий аналогичных реакционно-способных групп, но способный взаимодействовать с отвердителем смолы [3].

Задача оптимизации составов полимерных композитов с пластификаторами решалась с помощью математических методов планирования эксперимента путем реализации плана Коно, состоящего из 9 опытов. В качестве варьируемых факторов рассматривались: содержание отвердителя – X_1 ; содержание пластификатора – X_2 . Количественное содержание эпоксидной смолы во всех опытах было принято равным 100 мас. ч.

Факторное пространство при принятых значениях варьируемых факторов несимметрично, поэтому известные планы экспериментов не отвечают поставленным задачам. Исходя из этого план эксперимента был скорректирован при помощи программного комплекса FACTOR.

В качестве оптимизируемых показателей были приняты пределы прочности при сжатии ($R_{сж}$), изгибе ($R_{и}$), растяжении ($R_{р}$) и модуль упругости (E). Были реализованы 3 матрицы планирования эксперимента с различными пластификаторами.

После проведения испытаний и статистической обработки результатов эксперимента были получены уравнения регрессии, по которым построены графики зависимости предела прочности при растяжении, изгибе, сжатии и модуля упругости композитов от содержания аминофенольного отвердителя и пластификаторов.

Матрица планирования и рабочая матрица приведены в табл. 2.

Результаты эксперимента для составов, модифицированных диоктилфталатом, приведены в табл. 3.

После статистической обработки результатов эксперимента для составов, модифицированных диоктилфталатом, получены уравнения регрессии:

$$R_{сж} = 89,844 + 2,867X_1 + 0,950X_2 + 3,133X_1^2 + 0,450X_1X_2 - 3,317X_2^2;$$

$$R_{и} = 55,289 + 19,900X_1 + 14,150X_2 + 8,767X_1^2 + 5,325X_1X_2 - 11,283X_2^2;$$

$$R_{р} = 46,222 + 1,000X_1 + 1,750X_2 - 2,333X_1^2 - 8,250X_1X_2 - 6,583X_2^2;$$

$$E = 2,851 - 0,812X_1 - 0,345X_2 + 0,758X_1^2 + 0,610X_1X_2 - 1,312X_2^2.$$

Таблица 2

Матрица планирования, рабочая матрица

№ состава	Матрица планирования		Рабочая матрица		
	Кодированные значения факторов		Содержание компонентов в составах, мас. ч.		
	X_1	X_2	ЭД-20	АФ-2	ДОФ
1	-1	-1	100	20	0
2	0	-1	100	25	0
3	+1	-1	100	30	0
4	-1	0	100	20	6
5	0	0	100	25	6
6	+1	0	100	30	6
7	-1	+1	100	20	12
8	0	+1	100	25	12
9	+1	+1	100	30	12

Таблица 3

Прочностные и деформативные показатели композитов, модифицированных диоктилфталатом

№ состава	Прочность, МПа			Модуль упругости, 10^3 МПа
	при сжатии	при изгибе	при растяжении	
1	83,7	27,0	23,5	3,90
2	89,3	46,0	41,0	1,47
3	114,9	45,1	44,5	1,70
4	93,3	34,8	46,0	4,10
5	86,4	51,9	45,0	2,78
6	96,1	96,7	43,0	2,29
7	86,7	48,1	46,0	1,64
8	87,2	56,4	39,5	1,68
9	94,8	87,5	34,0	1,78

По уравнениям построены графики зависимости предела прочности при растяжении, изгибе, сжатии и модуля упругости композитов от содержания аминофенольного отвердителя и диоктилфталата (рис. 2). Из рис. 2 а видно, что прочность при сжатии увеличивается при повышенном содержании диоктилфталата и отвердителя. При содержании пластификатора от 4 до 8 мас. ч. и отвердителя 25-30 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы прочность композитов при сжатии достигает 95 МПа.

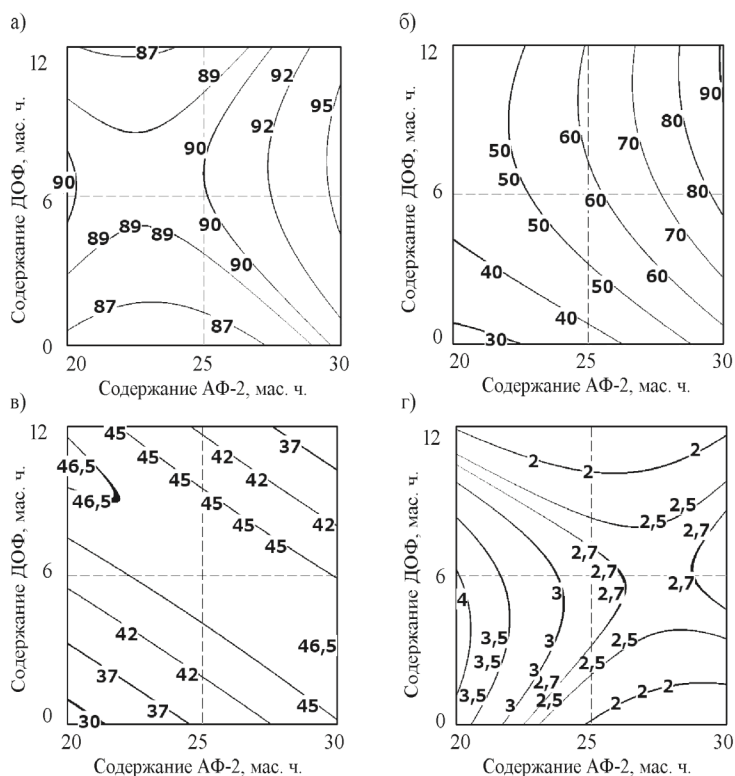


Рис. 2. Зависимости изменения предела прочности при сжатии (а), изгибе (б), растяжении (в) и модуля упругости (г) эпоксидных композитов от содержания аминофенольного отвердителя и диоктилфталата

При введении диоктилфталата и аминофенольного отвердителя в таких же количествах наблюдается рост прочности при изгибе до 80 МПа и выше (рис. 2 б). В области, где X_1 варьируется в пределах от -1 до 0, а X_2 – от 0 до +1, наблюдается максимальное значение прочности при растяжении – 46,5 МПа (рис. 2 в). При совместном введении пластификатора и отвердителя модуль упругости композитов снижается (рис. 2 г).

Результаты эксперимента для составов, модифицированных карбамидной смолой, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Прочностные и деформативные показатели композитов, модифицированных карбамидной смолой

№ состава	Прочность, МПа			Модуль упругости, 10^3 МПа
	при сжатии	при изгибе	при растяжении	
1	83,7	27,0	23,5	3,90
2	89,3	46,0	41,0	1,47
3	114,9	45,1	44,5	1,70
4	87,8	21,5	25,7	2,99
5	91,7	48,6	22,0	3,17
6	95,7	58,3	36,5	1,63
7	89,0	53,3	46,0	2,69
8	89,8	35,0	44,5	2,35
9	95,2	65,4	50,0	1,28

После статистической обработки результатов эксперимента для составов, модифицированных карбамидной смолой, получены уравнения регрессии:

$$R_{сж} = 88,967 + 7,567X_1 - 2,317X_2 + 4,100X_1^2 - 6,250X_1X_2 + 1,950X_2^2;$$

$$R_{из} = 39,133 + 11,100X_1 + 7,700X_2 + 5,500X_1^2 - 1,600X_1X_2 + 0,600X_2^2;$$

$$R_p = 26,822 + 5,967X_1 + 5,250X_2 + 1,867X_1^2 - 4,250X_1X_2 + 13,517X_2^2;$$

$$E = 2,451 - 1,012X_1 - 0,308X_2 + 0,218X_1^2 + 0,472X_1X_2 - 0,182X_2^2.$$

По уравнениям построены графики зависимости предела прочности при растяжении, изгибе, сжатии и модуля упругости композитов от содержания аминофенольного отвердителя и карбамидной смолы (рис. 3). На рис. 3 а видно, что максимальные значения прочности при сжатии получены при введении карбамидной смолы до 6 мас. ч., а отвердителя 30 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Порочность композитов при таком содержании компонентов достигает 95-105 МПа. Прочность при изгибе и при растяжении увеличивается при повышенном количестве вводимого пластификатора и отвердителя (рис. 3 б, в). Модуль упругости понижается при увеличении количества вводимого пластификатора до $1,7 \cdot 10^3$ МПа (рис. 3 г).

Результаты эксперимента и графические зависимости показателей для составов, модифицированных фурфуролацетоновой смолой, приведены в табл. 5.

После статистической обработки результатов эксперимента для составов, модифицированных фурфуролацетоновым мономером марки ФАМ, получены следующие уравнения регрессии:

$$R_{сж} = 91,989 + 8,267X_1 - 3,817X_2 + 7,867X_1^2 - 5,475X_1X_2 - 5,183X_2^2;$$

$$R_{из} = 29,533 + 5,350X_1 - 3,567X_2 + 7,350X_1^2 - 8,350X_1X_2 - 2,300X_2^2;$$

$$R_p = 27,200 + 14,017X_1 - 9,717X_2 + 5,050X_1^2 - 1,575X_1X_2 - 3,950X_2^2;$$

$$E = 2,230 - 1,055X_1 - 0,185X_2 + 0,665X_1^2 + 0,415X_1X_2 - 0,135X_2^2.$$

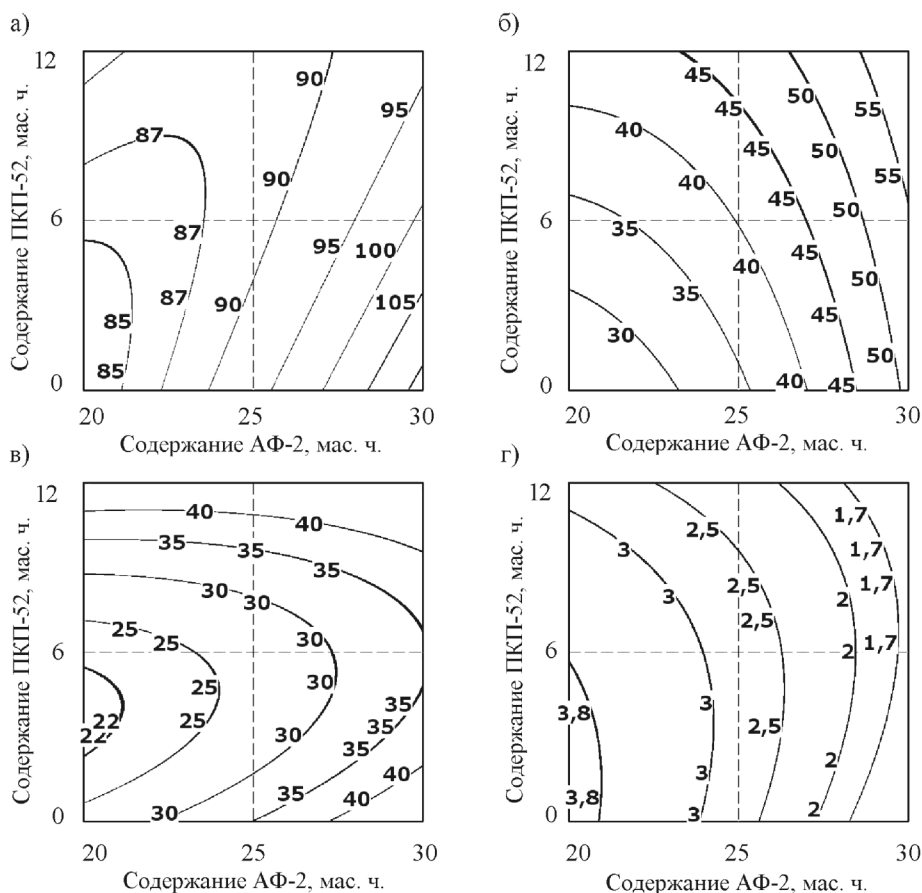


Рис. 3. Зависимости изменения предела прочности при сжатии (а), изгибе (б), растяжении (в) и модуля упругости (г) эпоксидных композитов от содержания аминофенольного отвердителя и карбамидной смолы

Таблица 5

**Прочностные и деформативные показатели композитов,
модифицированных фурфуролацетоновой смолой**

№ состава	Прочность, МПа			Модуль упругости, 10^3 МПа
	при сжатии	при изгибе	при растяжении	
1	83,7	27,0	23,5	3,90
2	89,3	46,0	41,0	1,47
3	114,9	45,1	44,5	1,70
4	97,0	23,1	13,3	3,04
5	88,6	13,2	16,7	3,33
6	106,1	52,3	61,7	1,65
7	83,7	40,0	71,0	3,54
8	88,0	21,0	16,0	1,62
9	93,0	24,7	24,7	1,90

По уравнениям построены графики зависимости предела прочности при растяжении, изгибе, сжатии и модуля упругости композитов от содержания аминофенольного отвердителя и фурфуролацетоновой смолы (рис. 4). При введении в качестве пластификатора ФАМ максимальное значение прочности при сжатии, равное 110 МПа, наблюдается в области $-1 < X_2 < 0$ при содержании отвердителя 30 мас. ч. ($X_1 = +1$) на 100 мас. ч. смолы (рис. 4 а). Наименьшая величина прочности при изгибе обнаруживается при нулевом значении фактора X_1 при граничных значениях X_2 (рис. 4 б). Максимальная прочность при растяжении (72 МПа) достигается при содержании 10-14 мас. ч пластификатора и 10 мас. ч отвердителя (рис. 4 в). В области, где X_1 варьируется от 0 до +1, при введении пластификатора модуль упругости снижается до $1,7 \cdot 10^3$ МПа (рис. 4 г).

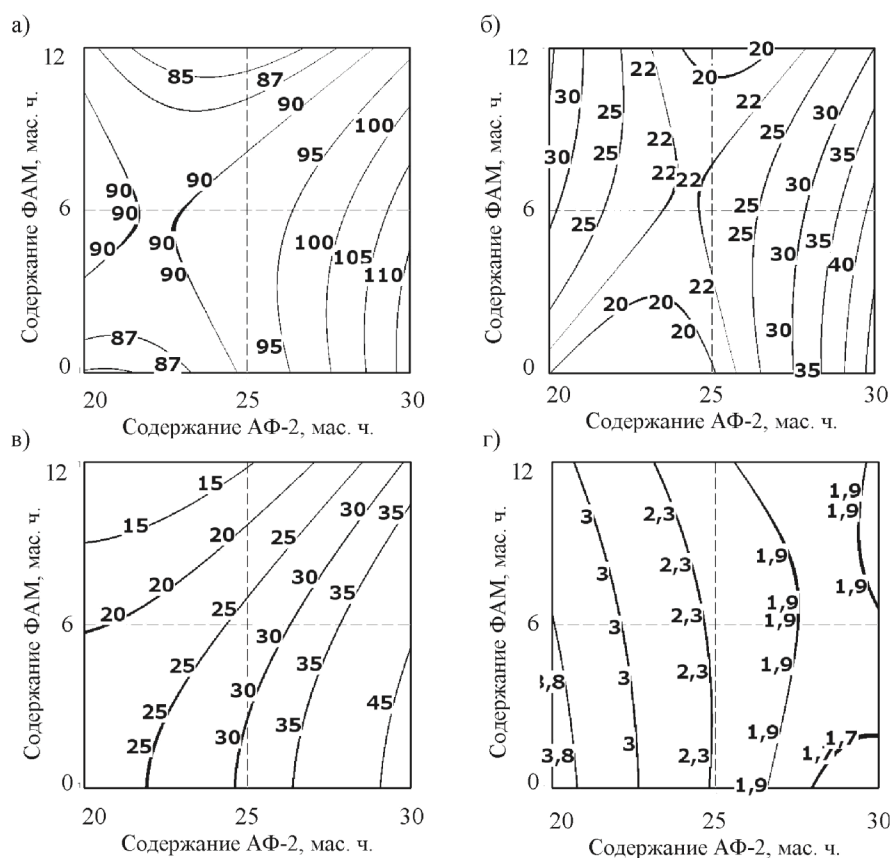


Рис. 4. Зависимости изменения предела прочности композитов при сжатии (а), при изгибе (б), при растяжении (в) и модуля упругости (г) от содержания аминофенольного отвердителя и фурфуролацетоновой смолы

Исследования биостойкости материалов с пластифицирующими добавками показали, что добавление в составы диоктилфтолата, карбамидной смолы и фурановой смолы с добавлением бензосульфокислоты не отражается на показателях биостойкости.

С целью создания полимерных материалов с повышенной прочностью основные вяжущие смешивают с наполнителями, содержание которых может изменяться в широких пределах. Например, в зависимости от природы полимера, назначения композита и вида наполнителя оно может составлять 90 % и выше [5, 6].

При проведении исследований наполненных эпоксидных композитов в качестве наполнителей нами использовались измельченные отходы оптического стекла марки ТФ-110 класса тяжелых флинтос с преобладанием в его составе свинца, марки ТФ-10, содержащей в своем составе тройную систему $K_2O-PbO-SiO_2$, и порошки из боя кирпича глиняного обыкновенного. Известно, что при совмещении наполнителей различной дисперсности возможно получение композитов с улучшенными свойствами по сравнению с материалами на однофракционных наполнителях. С этой целью изучались многофракционные составы. Их оптимизация проводилась с применением математических методов планирования эксперимента путем реализации плана Шеффе, состоящего из 10 опытов. Тип фракций и содержание наполнителя определенного зернового состава были приняты за варьируемые факторы: $X_1 - 0,315-0,63$ мм, $X_2 - 0,16-0,315$ мм, $X_3 -$ менее 0,16 мм. При изготовлении составов на 100 мас. ч. эпоксидной смолы принималось 25 мас. ч. аминофенольного отвердителя.

Матрица планирования с указанием кодированных и натуральных значений приведена в табл. 6. Результаты испытаний на изгиб и сжатие представлены в табл. 7.

Статистическая обработка результатов эксперимента позволила выявить зависимости, характеризующие изменение предела прочности при сжатии, а также модуля упругости эпоксидных композитов от вида применяемого наполнителя. Получены уравнения регрессии для композитов, наполненных стеклопорошками марок ТФ-110 и ТФ-10, а также тонкоизмельченным кирпичным боем.

Таблица 6

Матрица планирования и рабочая матрица

№ состава	Кодированные значения варьируемых факторов			Натуральные значения факторов (содержание компонентов, мас. ч.)				
	X_1	X_2	X_3	ЭД-20	АФ-2	Наполнитель фракции, мм		
						0,315-0,63	0,16-0,315	< 0,16
1	1	0	0	100	25	300	0	0
2	0	1	0	100	25	0	300	0
3	0	0	1	100	25	0	0	300
4	0,333	0,667	0	100	25	100	200	0
5	0,333	0	0,667	100	25	100	0	200
6	0	0,333	0,667	100	25	0	100	200
7	0,667	0,333	0	100	25	200	100	0
8	0,667	0	0,333	100	25	200	0	100
9	0	0,667	0,333	100	25	0	200	100
10	0,333	0,333	0,333	100	25	100	100	100

Таблица 7

Прочностные и деформативные показатели наполненных композитов

№ состава	Предел прочности при сжатии ($R_{сж}$, МПа) и модуль упругости (E , 10^3 МПа) эпоксидных композитов в зависимости от вида наполнителя					
	стекло ТФ-110		стекло ТФ-10		кирпичный бой	
	$R_{сж}$	E	$R_{сж}$	E	$R_{сж}$	E
1	129,0	7,7	89,0	7,5	122,8	8,7
2	107,0	6,3	82,0	6,5	116,0	9,7
3	94,0	7,2	91,0	8,1	115,2	9,8
4	112,0	6,2	76,0	5,8	120,2	9,1
5	104,0	6,5	86,0	7,7	107,4	9,6
6	95,0	6,9	77,0	6,2	105,2	9,0
7	106,0	8,6	69,0	5,7	114,9	9,5
8	117,0	8,8	98,0	5,6	118,6	9,2
9	103,0	6,1	83,0	8,3	121,3	9,4
10	98,0	7,4	90,0	5,0	107,2	9,3

Уравнения регрессии имеет следующий вид:

– для эпоксидных композитов, наполненных порошком стекла марки ТФ-110:

$$R_{сж.4} = 129X_1 + 107X_2 + 94X_3 - 40,5X_1X_2 - 4,5X_1X_3 - 6,75X_2X_3 - 90(X_1+X_2) + 9(X_1+X_2) + 24,75(X_2+X_3) - 168,736X_1X_2X_3;$$

$$E_4 = 7,7X_1 + 6,3X_2 + 7,2X_3 + 1,8X_1X_2 + 0,9X_1X_3 - 1,125X_2X_3 + 13,05(X_1+X_2) + 14,4(X_1+X_2) - 3,375(X_2+X_3) + 4,276X_1X_2X_3;$$

– для эпоксидных композитов, наполненных порошком стекла марки ТФ-10:

$$R_{сж.5} = 89X_1 + 82X_2 + 91X_3 - 58,5X_1X_2 + 9X_1X_3 - 29,25X_2X_3 - 63(X_1+X_2) + 85,5(X_1+X_2) + 60,75(X_2+X_3) + 308,263X_1X_2X_3;$$

$$E_5 = 7,5X_1 + 6,5X_2 + 8,1X_3 - 5,625X_1X_2 - 5,175X_1X_3 - 0,225X_2X_3 - 2,925(X_1+X_2) - 12,825(X_1+X_2) + 17,775(X_2+X_3) - 30,824X_1X_2X_3;$$

– для эпоксидных композитов, наполненных тонкоизмельченным кирпичным боем:

$$R_{сж.6} = 122,8X_1 + 116,2X_2 + 115,2X_3 - 8,32X_1X_2 - 27X_1X_3 - 10,575X_2X_3 - 51,075(X_1+X_2) + 58,5(X_1+X_2) + 106,87(X_2+X_3) - 153,88X_1X_2X_3;$$

$$E_6 = 8,7X_1 + 9,3X_2 + 9,8X_3 + 0,45X_1X_2 + 0,675X_1X_3 - 2,475X_2X_3 + 4,95(X_1+X_2) - 0,225(X_1+X_2) + 2,925(X_2+X_3) + 1,352X_1X_2X_3.$$

Графические зависимости изменения предела прочности при сжатии и модуля упругости композитов на различных наполнителях приведены на рис. 5.



Рис. 5. Изолинии изменения предела прочности на сжатие (а) и модуля упругости (б) эпоксидных композитов в зависимости от гранулометрического состава различных наполнителей

Из графиков следует, что максимальные значения прочности и жесткости достигаются при применении наполнителей в виде частиц различного гранулометрического состава. Наибольшие показатели прочностных характеристик наблюдаются у составов на основе многофракционного керамического наполнителя с преобладанием более мелких зерен ($R_{сж} = 121,3$ МПа). Графики прочностных показателей композитов, наполненных порошками отходов стекла показывают более высокую прочность материалов на стекле марки ТФ-110. Введение наполнителя приводит к повышению модуля упругости композитов. При этом данный показатель убывает в следующей последовательности: кирпичный бой, стекло марки ТФ-110, стекло марки ТФ-10.

Как следует из приведенных экспериментальных данных, отверждение эпоксидных композитов аминофенольным отвердителем, модификация пластифицирующими добавками и наполнителями оптимальных концентраций позволяет получать составы с высокими прочностными свойствами, требуемыми показателями деформативности и повышенной биостойкостью, которые могут быть рекомендованы для использования в виде мастичных, лакокрасочных и каркасных покрытий с широким диапазоном технологических и эксплуатационных свойств в зданиях с биологически активными средами.

Список библиографических ссылок

1. Соломатов В.И., Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф. Биологическое сопротивление материалов. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2001. – 196 с.
2. Комохов П.Г., Ерофеев В.Т., Афиногенов Г.Е. Защита зданий и сооружений от биоповреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина. – СПб.: Наука, 2009. – 192 с.
3. Ерофеев В.Т., Соколова Ю.А., Богатов А.Д. Эпоксидные полимербетоны, модифицированные нефтяными битумами, каменноугольной и карбамидной смолами и амино производными соединениями. – М.: «Палеотип», 2008. – 244 с.
4. Вяземская Н.И., Калинин Е.В., Лалазарова А.П., Станякина Л.С. Исследование эпоксидных полимербетонов на новом аминотранцевом отвердителе АСФ-10 для ремонта влажного бетона гидротехнических сооружений // Применение полимерных материалов в гидротехническом строительстве. – Л., 1979. – С. 16-19.
5. Бобрышев А.Н., Ерофеев В.Т., Козомазов В.Н. Физика и синергетика дисперсно-неупорядоченных конденсированных композитных систем. – СПб.: Наука, 2012. – 476 с.
6. Наполнители для полимерных композиционных материалов. Пер. с англ. / под ред. Г.С. Каца и Д.Б. Милевски. – М.: Химия, 1981. – 370 с.

Erofeev V.T. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: fac-build@adm.mrsu.ru

Lazarev A.V. – post-graduate student

E-mail: a.v.lazarev@yandex.ru

Bogatov A.D. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: bogatovad@list.ru

Kaznacheev S.V. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: kaznacheevsv@rambler.ru

Mordovian State University

The organization address: 430005, Russia, Saransk, Bolshevistskay st., 68

Smirnov V.F. – doctor of biological sciences, professor

E-mail: protectfun@mail.ru

Nizhny Novgorod State University

The organization address: 603950, Russia, N. Novgorod, Gagarina st., 23

Hudjakov V.A. – candidate of technical sciences professor

E-mail: hudjakov@pgta.ru

Penza state technological academy

The organization address: 440605, Russia, Penza, Gagarina st., 1a/11

Optimization of structures of bioresistant epoxy composites, cured by aminophenolic hardener

Resume

One of the most important properties of the polymeric composite materials defining efficiency of their application in construction, are strength indicators and high corrosion resistance in the conditions of influence of biological hostile environment. Epoxy composites found the broadest application in buildings and constructions with hostile environment at the device of sheetings on construction designs and the device of floors.

In the presence of dry conditions at works to an hardening of epoxies it is applied polietilenpoliamin. For providing the hardening of epoxies at their drawing on a damp surface and at negative temperatures an aminophenolic hardener is offered to use.

The conducted researches and the analysis of obtained experimental data showed that the hardening of epoxy composites by an aminophenolic hardener allows receiving structures with the high strength properties, demanded indicators of deformability and increased bioproofness which can be recommended for use in the form of mastic, paint and varnish and frame coverings with a wide range of technological and operational properties in buildings with biologically active environments.

Keywords: epoxide pitch, filler, polymeric composition, biological firmness, durability.

Reference list

1. Solomatov V.I., Yerofeev V.T., Smirnov V.F. Biological resistance of materials. – Saransk: Publishing house Mordov. university, 2001. – 196 p.
2. Komokhov P.G., Yerofeev V.T., Afinogenov G.E. Protection of buildings and constructions against biodamages by biocidal preparations on a basis guanidin. – SPb.: Science, 2009. – 192 p.
3. Yerofeev V.T., Sokolova Yu.A., Bogatov A.D. Epoxy polymerconcrete, modified by oil bitumens, coal and carbamide pitches and amine derivative connections. – M.: «Paleotip», 2008. – 244 p.
4. Vyazemskaya N.I., Kalinin E.V., Lalazarova A.P., Stanyakina L.S. Research epoxy polymerconcrete on a new aminoshale hardener of ASF-10 for repair of damp concrete of hydraulic engineering constructions // Application of polymeric materials in hydrotechnical construction. – L., 1979. – P. 16-19.
5. Bobryshev A.N., Yerofeev V.T., Kozomazov V.N. Physics and synergetics disperse-disordered condensed composite systems. – SPb.: Science, 2012. – 476 p.
6. Fillers for polymeric composite materials. The trans. from English / under the editorship of G.S. Katz and D.B. Milevsky. – M.: Chemistry, 1981. – 370 p.