

ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Согласно проведенным лабораторным исследованиям и расчетным данным предлагаемая технология обеспечит получение скорлуп с основными техническими характеристиками:

плотность, кг/м ³	150 – 180
коэффициент теплопроводности при 25 °С, Вт/(м·К).....	0,048 – 0,052
водопоглощение по массе за 24 ч, %.....	70 – 80
предел прочности при растяжении, МПа	0,02 – 0,03

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изготовленные по предлагаемой технологии из гидромасс, содержащих измельченную вату и неорганические связующие (бентонитовая глина, жидкое стекло), а также композиции из жидкого стекла и поливинилацетата или фенолоформальдегидной смолы с добавлением гидрофобизатора базальтоволокнистые изделия для тепловой изоляции трубопроводов экологически безопасны, негорючи, устойчивы к тепловым воздействиям

и обеспечивают получение экономического эффекта благодаря низкому коэффициенту теплопроводности и небольшой объемной массе по сравнению с традиционными материалами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горяинов К.Э., Дубенецкий К.Н., Васильков С.Г., Попов Л.Н. Технология минеральных теплоизоляционных материалов и легких бетонов. / Учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1986. – 536 с.
2. Майзель И.Л., Сандлер В.Г. Технология теплоизоляционных материалов. М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.
3. Джигирис Д.Д. Основы производства базальтовых волокон и изделий / Д.Д. Джигирис, М.Ф. Махова. – М.: Теплоэнергетик, 2002. – 412 с.
4. Свидерский В.А., Яценко О.М. // Композиционные материалы на основе базальтовых волокон. – Киев: ИПМ. – 1989. – С.86-90.
5. Сельков А.Е. // Сб. докл. X Юбилейной Всерос. науч.-практ. конф. «Техника и технология производства теплоизоляционных материалов из минерального сырья», Белокуриха, 26-28 мая 2010 г., Бийск: БТИ АлтГТУ. – 2010. – С. 205-206.

КОМПОНОВКА РЕЦЕПТУР ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Т.К. Углова, С.Н. Новоселова, О.С. Татаринцева, С.Г. Ильясов

Учреждение Российской академии наук Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения РАН, г. Бийск Алтайского края

Представлены результаты экспериментально-теоретических исследований по созданию высоконаполненных полимерных композитов с заданными свойствами путем выбора базовой рецептуры и корректировки ее в целях придания определенных функциональных характеристик заменой (введением) компонентов, за них отвечающих.

Ключевые слова: композит, рецептура, наполнитель, вязкость, отверждение, прочность при сжатии, адгезия, водопоглощение.

В настоящее время наблюдается рост востребованности искусственных композиционных материалов, обеспечивающих надежность и долговечность эксплуатационных характеристик изделий при использовании их в условиях повышенных механических нагрузок, 100 %-ной влажности, сезонных климатических изменений и т.д.

Процесс создания таких материалов требует длительного времени и является дорогостоящим. Поэтому, безусловно, актуальными являются технические решения, направленные на сокращение времени поста-

новки экспериментальных исследований и снижение стоимости их проведения.

Одним из таких решений является выбор в процессе рецептурно-технологических работ базового состава композита из входящих в него компонентов и последующую корректировку его в целях придания определенных функциональных свойств без изменения основных технических характеристик.

Ниже представлены результаты реализации решения на примере разработки заливаемого композита, предназначенного для восстановления бетонных и железобетонных конструкций, и показана возможность варьи-

рования его свойств заменой одного из компонентов.

Согласно требованиям, предъявляемым к ремонтным составам, работающим в экстремальных условиях, разработанный композит должен обладать вязкостью не более 35 Па·с; иметь жизнеспособность, соответствующую технологическому процессу ремонта; переходить в отвержденное состояние при температуре от плюс 4 °С; обладать высокими механическими характеристиками (не ниже, чем у бетона); быть устойчивым к воздействию внешней среды и не оказывать на нее отрицательного влияния; обеспечивать хорошее сцепление с бетонной поверхностью.

Согласно литературным данным [1, 2] в качестве вяжущих хорошо себя зарекомендовали эпоксидные смолы с модифицирующими добавками, придающими им определенные реологические, прочностные, адгезионные и другие свойства. Высокая реакционная способность эпоксидных групп таких смол обеспечивает их взаимодействие со многими полифункциональными соединениями. Активность процесса возрастает при использовании смеси эпоксидных смол, отличающихся функциональными группами, что обеспечивает улучшение свойств материалов на их основе. Условия перехода эпоксидных смол в отвержденное состояние определяются химической природой отвердителя. Для отверждения при температурах от плюс 4 °С и повышенной влажности успешно используются аминные соединения, способные за счет входящего в их структуру азота образовывать функциональные поперечные связи [3, 4].

По литературным данным [5] введение в эпоксидную матрицу низкомолекулярного каучука увеличивает молекулярную подвижность эпоксидной составляющей, способствуя повышению эластичности структуры и, как следствие, остаточных напряжений на границе наполнитель-связующее, благодаря чему материал приобретает пластические свойства после отверждения. Кроме того, функциональные группы каучука-модификатора, в частности карбоксильные, взаимодействуют с аминогруппами отвердителя с образованием амидопроизводных, способных создавать дополнительные связи с эпоксигруппами, что способствует упрочнению структуры композита в целом.

Необходимые вязкостные свойства многокомпонентных композиций обычно достигаются введением низковязких с длинной углеродной цепью между функциональными группами пластификаторов. Они, распределяясь между надмолекулярными структурными

элементами эпоксисоединения, обеспечивают перемещение целых агломератов макромолекул, способствуя одновременно с понижением динамической вязкости массы снижению усадки и повышению деформативности композита после его отверждения [6].

Для обеспечения прочности в композиции вводят наполнители, чаще всего порошкообразные, и определяющим при этом является процесс адсорбционного взаимодействия жидкой составляющей с твердой поверхностью наполнителя. В литературе отмечается, что наиболее целесообразным является введение смеси порошков, значительно отличающихся удельной поверхностью. Мелкие частицы, располагаясь внутри образованных более крупными частицами и обогащенных связующим областей, вытесняют из них жидковязкую составляющую. Это улучшает смачивание наполнителя связующим и их поверхностное взаимодействие, оптимизирует компоновку структуры, за счет чего достигается улучшение прочностных характеристик и исключается усадка после отверждения композита [7].

Восстановление любой поверхности, в том числе бетонной, невозможно без хорошей адгезии между ней и ремонтным материалом. Монолитного сцепления композита с бетоном можно добиться введением в рецептуру композиции поверхностно-активных веществ (ПАВ), способных разрушать водяную прослойку между поверхностями. Жироподобные ПАВ, адсорбируясь на поверхности водяных пленок, снижают поверхностное натяжение, способствуя их разрушению, а дополнительное введение олигомера усиливает этот эффект [8], тем самым приводя к повышению адгезионного взаимодействия между бетоном и композиционным материалом.

С учетом изложенного были проведены исследования по компоновке базовой рецептуры композиционного материала на основе пластифицированной дибутилфталатом смеси эпоксидных смол: диановой марки ЭД-20 и гидантоиновой марки ЭГ-10.

В качестве модификатора проверен ряд низкомолекулярных каучуков: СКН-26-1А, СКН-18-1А, ПДИ-3А. В результате экспериментов установлено, что для этих целей можно использовать любую из марок, так как влияние их на характеристики композиции идентично.

Исследование влияния природы и дисперсности наполнителя на свойства композиции проводили на образцах с использованием железной окалины, мела, оксида цинка, железного сурика и его смесей с мелом, ал-

КОМПОНОВКА РЕЦЕПТУР ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ

мазной шихтой, аэросилом и техническим углеродом. Лучшие результаты по динамической вязкости ($30 \div 35$ Па·с) и прочности на сжатие ($70 \div 80$ МПа) были получены на смеси измельченного до удельной поверхности $2,0 \div 2,5$ м²/г железного сурика и алмазной шихты ($S_{уд.} = 400 \div 450$ м²/г, диаметр частиц $d = 5,0 \div 6,0$ нм) при соотношении 100:1 и степени наполнения 41,5 %. При этом установлено, что нанопорошок значительно повышает термодинамическую устойчивость неотвержденной композиционной массы и увеличивает время ее хранения без проявления деструктивных процессов с $7 \div 9$ до $20 \div 25$ сут.

В качестве адгезионной добавки эффективным оказалось использование ланолина и полиэтиленгликоля при соотношении 30:70. Введение $1,2 \div 1,4$ % их смеси, помимо улучшения адгезионного взаимодействия между бетоном и композитом (прочность при сдвиге и отрыве повышается на $20 \div 25$ %), снижает вязкость композиции до $25 \div 27$ Па·с, что, без сомнения является положительным фактором. При этом уровень достигнутых при отверждении композиции на воздухе механических характеристик остается высоким и при отверждении в воде – 80 ± 2 МПа.

Полученные в ходе экспериментально-теоретических исследований результаты позволили скомпоновать базовую рецептуру наполненного связующего, при смешении которого с отвердителем и получается композит.

Опыт применения отвердителей аминного типа показал, что наиболее подходящим для отверждения разработанного связующего является этилдиаминотетрагидрофуран АФ-2, обеспечивающий прохождение процесса в водной среде с выделением тепла.

Согласно термограмме (рисунок 1), при 10 %-ном содержании отвердителя разогрев массы составляет 37 °С. Через 2 ч масса твердеет и наступает процесс набора прочности.

При температуре окружающей среды плюс 22 °С стабилизация прочностных характеристик наступает после 10 сут. Понижение температуры до плюс 4 °С замедляет процесс отверждения и за это же время выдержки реализуется только 65 % прочности на сжатие $\sigma_{сж}$ (рисунок 2).

Для оценки работоспособности композита при 100 %-ной влажности в лабораторных условиях исследовали кинетику водопоглощения материала при полном погружении образцов в воду комнатной температуры. За период испытаний (46 сут) водопоглощение

по массе W_m выросло с 0,09 % до 0,57 % (рисунок 3).

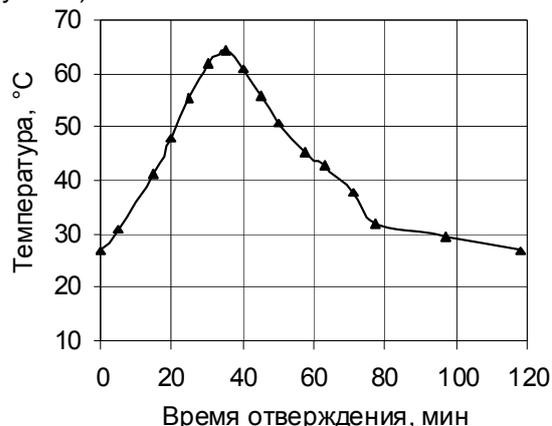


Рисунок 1. Изотерма процесса отверждения композита

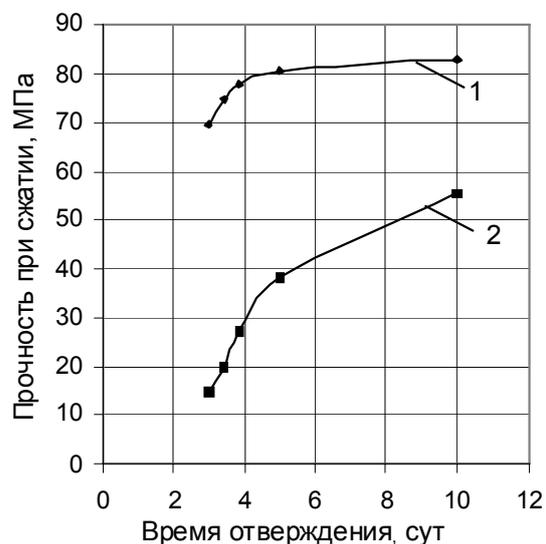


Рисунок 2. Кинетика отверждения композиции при температурах: 22 °С (1); 4 °С (2)

Наибольший рост W_m отмечен в интервале $1 \div 20$ сут, после чего ход кривой сглаживается с тенденцией выхода ее на плато. Высушенные образцы не изменили своих характеристик по массе, плотности, объему и прочности на сжатие.

Полученные результаты показали хорошую водостойкость композита по сравнению с бетоном, у которого $W_m = 3,0$ %, и полное отсутствие взаимодействия с водой.

Реализуемые при испытаниях технологические и механические характеристики композита подтвердили обеспечение разработанной рецептурой требований, под которые она создавалась.

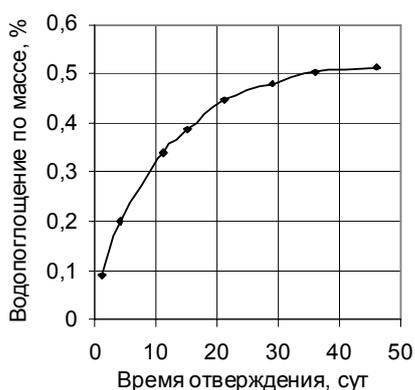


Рисунок 3. Кинетика водопоглощения

Разработанный композиционный материал был использован для восстановления бетонного основания плотины действующей гидроэлектростанции с целью снижения фильтрации грунтовых вод в ее нижние галереи. Согласно контрольным выемкам кернов, на инъектированном участке ремонтным составом были заполнены щели раскрытостью $0,1\div 3,0$ мм на глубину до 20 см. Коэффициент восстановления, определяемый отношением омоноличенной площади участка к общей, составил 0,78, что позволило практически исключить проникновение грунтовых вод в галереи.

Таблица 1

Характеристики композитов

Наименование показателя	Значение показателя	
	Состав № 1	Состав № 2
Внешний вид композита в отвержденном состоянии	Образец красно-коричневого цвета без посторонних включений	Образец белого или с желтоватым оттенком цвета без посторонних включений
Жизнеспособность при температуре плюс 22 °С, мин	55±5	70±5
Динамическая вязкость, Па·с, при температуре: плюс 22 °С плюс 4 °С	28±2	21,1±0,4
	77±2	-
Плотность, г/см ³	1,60±0,05	1,42±0,01
Прочность при сжатии, МПа,	80,0±5,0	83,0±2,0
Прочность при сдвиге, МПа: сухая поверхность влажная поверхность	9,5±0,5	9,2±0,7
	9,3±0,5	-
Прочность при отрыве, МПа: сухая поверхность влажная поверхность	8,3±0,6	10,5±0,5
	8,0±0,7	-

Несмотря на высокие эксплуатационные характеристики разработанной ремонтной композиции [9], она не может использоваться для омоноличивания мраморных массивов из-за красно-коричневого цвета, который придает ей железный сурик, и отсутствия способности полироваться в отвержденном состоянии из-за тригональной формы кристаллов наполнителя. Его применение приведет к нарушению природной текстуры и однородности глянца по всей поверхности мрамора, т.е. к потере его отделочных и декоративных свойств. Для исключения этого был подобран новый наполнитель, состоящий из белого (или с желтоватым оттенком) микрокальцита с размером частиц $1\div 5$ мкм, полученного измельчением отходов мрамора и сохранившего его кристаллическую структуру, и диоксида кремния в виде аэросила с $S_{уд.}=380$ м²/г при $d=5,0\div 15,0$ нм.

Введение другого наполнителя позволило придать композиту белый цвет и полируе-

мость после отверждения при сохранении эксплуатационных характеристик прототипа (таблица 1, состав № 2) [10].

Представленные результаты показывают возможность компоновки базовой рецептуры композита с заданными свойствами и корректировки ее в целях придания определенных функциональных характеристик заменой (введением) компонентов за них отвечающих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пакен А.М. Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы. Л.: Госхимиздат, 1962. □ 963 с.
2. Чернин И.З. Эпоксидные полимеры и композиции. □ М.: Химия, 1982. □ 230 с.
3. Кейгл Ч. Клеевые соединения. □ М.: Мир, 1971. 294 с.
4. Шодэ А.Г., Алексагин А.В., Сорокин М.В. // Лакокрасочные материалы. □ 1978. □ № 3. □ С. 37-40.

КОМПОНОВКА РЕЦЕПТУР ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ

5. Кардашов Д.А. Конструкционные клеи. М.: Химия, 1980. 287 с.
6. Козлов П.В., Папков С.П. Физико-химические основы пластификации полимеров. М.: Химия, 1982. □ 222 с.
7. Липатов Ю.С. Межфазовые явления в полимерах. □ Киев: Наукова Думка, 1980. 260 с.
8. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества. Синтез, свойства, анализ, применение. Санкт-Петербург: Профессия, 2007. 239 с.
9. Пат. 2293099 С1 РФ, МПК С09К 3/10, С09D 5/34, С09D 163/00, С08К 3/00. /Ильясов С.Г., Лобанова А.А., Никонов А.И., Татаринцева О.С., Углова Т.К., Новоселова С.Н. (RU); заявл. 20.12.2005; опубл. 10.02.2007. – Бюл. №4.
10. Заявка № 2009125294/05(034952) Российская Федерация. / Углова Т.К., Новоселова С.Н., Татаринцева О.С., Ильясов С.Г., (RU); патентообладатель Учреждение Российской академии наук Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения РАН (ИПХЭТ СО РАН), RU; заявл. 01.07.2009.

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТЕКЛА НА СТОЙКОСТЬ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН К АГРЕССИВНЫМ СРЕДАМ

Д.Е. Зимин, О.С. Татаринцева

Учреждение Российской академии наук Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения РАН

Представлены результаты исследований устойчивости базальтовых волокон различного химического состава в агрессивных средах. Предложен параметр для прогнозирования их химической стойкости в зависимости от содержания оксидов металлов в стекле. Показано, что наиболее достоверные результаты дает метод определения изменения прочности волокон после их химической обработки.

Ключевые слова: горные породы, стекло, базальтовые волокна, химический состав, потеря массы, прочность, кислото- и щелочестойкость.

ВВЕДЕНИЕ

Применение горных пород для получения волокон различного назначения требует в первую очередь изучения влияния их химического состава на кислото- и щелочестойкость. Слабая кислотоустойчивость некоторых базальтовых волокон позволяет легко выщелачивать их и на этой основе создавать высокотемпературные материалы и адсорбенты [1]. Кислотоустойчивые волокна могут быть использованы в качестве армирующих материалов в производстве полимерных композитов со специальными свойствами [2]. Щелочестойкие волокна находят широкое применение для армирования цементов. Химическая стойкость к воздействию различных агрессивных сред делает эффективным использование волокон для фильтрации кислот, щелочей, горячих газов и др.

Исходя из этого, изучение влияния химического состава стекла на устойчивость базальтовых волокон к действию внешней среды приобретает важное практическое значение для выбора сырья (месторожде-

ния), пригодного для получения щелоче- или кислотостойкой продукции.

В литературе почти не нашли отражения систематические исследования зависимости химической стойкости силикатных волокон от состава стекла, в особенности, от сложных систем, к которым относятся базальтовые, в то время как сам факт такого влияния является общепризнанным. Нет и достаточных данных о роли каждого из оксидов при их взаимной замене в широких пределах, однако известно, что с увеличением в стекле кремнезема повышается устойчивость к агрессивным средам вырабатываемых из него стеклянных волокон. Оксиды кальция, магния, алюминия и железа также оказывают положительное действие на стойкость волокон, в то время как щелочные металлы значительно снижают ее. Легкое удаление щелочных оксидов из волокон указывает на то, что они слабо закреплены в структурной сетке стекла [3]. Результаты экспериментальных исследований, выполненных М.С. Аслановой [5], свидетельствуют о том, что оксиды железа в большей степени, чем Al_2O_3 , способствуют повышению кислотоустойчивости малоце-