

УДК 691:620.194.47

Ерофеев В.Т. – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН

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

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

Смирнов В.Ф. – доктор биологических наук, профессор

E-mail: protectfun@mail.ru

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Дергунова А.В. – старший преподаватель

E-mail: Anna19811981@mail.ru

Завалишин Е.В. – кандидат технических наук, доцент

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

ПОВЫШЕНИЕ БИОСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ПОСРЕДСТВОМ ПРОПИТКИ ИХ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены вопросы разработки и исследования способов повышения биостойкости композиционных материалов и строительных изделий на их основе. Предложено повышение биостойкости осуществлять посредством пропитки готовых бетонных и железобетонных изделий специальными полимерными составами или мономерами с последующей полимеризацией их непосредственно в теле бетона (бетонополимеры). Приведены исследования по изучению влияния пропиточных составов на биостойкость цементных композитов и получение бетонополимеров повышенной биостойкости.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: биостойкость, бетон, бетонополимеры, мицелиальные грибы, фунгицидные добавки.

Erofeev V.T. – doctor of technical sciences, professor, corresponding member RAACS

Mordovian State Ogarev University

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

Nizhny Novgorod State Lobachevsky University

Dergunova A.V. – senior lecturer

Zavalishin E.V. – candidate of technical sciences, associate professor

Mordovian State Ogarev University

ENHANCEMENT OF BIOLOGICAL STABILITY OF BUILDING MATERIALS AND PRODUCT BY MEANS OF IMPREGNATION OF VOID STRUCTURE

ABSTRACT

In article questions of working out and research of ways of increase of biological stability of composite materials and building products on their basis are considered. It is offered to carry out biological stability increase by means of impregnation of ready concrete and ferroconcrete products by special polymeric structures or monomers with their subsequent polymerization directly in a concrete body (polymers of concrete). There are resulted researches of influence studying structures of impregnations on biological stability of cement composites and reception polymers of concrete the raised biological stability.

KEYWORDS: biological stability, concrete, polymers of concrete, mycelium fungus.

Композиты на основе неорганических связующих (бетоны, растворы и т.д.) являются одними из основных строительных материалов, используемых при возведении зданий и сооружений. Совершенствование технологии бетона в последнее время позволило заметно улучшить его качество. Однако при традиционной технологии бетона трудно значительно уменьшить его пористость, так как для придания определенной подвижности бетонной смеси, требуемой по условиям бетонирования конструкций, необходимо, как правило, вводить в бетонную смесь избыточное количество воды по сравнению с тем, которое требуется для гидратации цемента. Кроме того, по своей природе

цементный клей является пористым материалом, поскольку частицы цемента не могут быть уложены абсолютно плотно, а объем новообразований в обычных условиях недостаточен для полного заполнения первоначальной пустотности твердой фазы [1].

Капилляры и поры твердого камня имеют несколько структурных порядков, подразделяемых условно на группы, обладающие существенно различными свойствами [1]. К первой группе относятся молекулярные поры – самые мелкие, размер которых не превышает нескольких ангстрем ($A=10^{-8}$ см). Они распространены по всему объему твердого тела, которое можно представить как скелет-матрицу. Во вторую группу входят ультрапоры, обладающие столь малыми размерами, что их величина может быть определена лишь по диаметрам коллоидно-дисперсных частиц или по размерам молекул растворенных веществ. К третьей группе относятся кнудсеновские поры, имеющие ширину до 1000 А. Они образуются за счет контракционных явлений при твердении цементного камня. Четвертую группу составляют макропоры, включающие в себя поры, ширина которых достигает 2000 А. По происхождению и форме макропоры очень разнообразны подразделяются на усадочные и тектонические трещины, сферические реликсы газовых пузырьков и поры коагуляционных структур.

Кроме количества и размеров пор в бетоне, большое значение имеет и их характер. Различают открытую и замкнутую пористость. В первом случае речь идет о системе взаимно сообщающихся капилляров в бетоне с обязательным выходом на открытую поверхность. По этим порам довольно легко фильтруется паровоздушная среда и низковязкие жидкости. Такая ситуация характерна для крупнопористых бетонов. Во втором случае имеет место система тупиковых и замкнутых, не сообщающихся между собой пор и, как следствие, не могущих служить капиллярными ходами для проникновения внешних сорбентов. Образование этих двух видов технологических дефектов существенным образом и по-разному влияет на долговечность цементного камня.

Таким образом, дальнейшее повышение прочности бетона, особенно прочности при растяжении, затруднительно в связи с тем, что этому материалу присуща весьма неоднородная структура с большим числом дефектов, а также сравнительно низкая адгезия между слагающими структуру компонентами и невысокая прочность их при растяжении. Преодоление этих трудностей дает возможность повысить качество бетонных материалов.

Одним из способов улучшения свойств бетонов является пропитка готовых бетонных и железобетонных изделий специальными составами с последующим затвердеванием их непосредственно в теле бетона. Бетоны, полученные посредством пропитки структуры полимерами и мономерами, названы бетонополимерами.

Большой интерес к бетонополимерам объясняется тем, что в результате специальной обработки бетона полимерами прочность материала возрастает в несколько раз, резко увеличиваются его долговечность и стойкость при воздействии ряда агрессивных сред, а также тем, что материалам могут быть приданы особые свойства, недостижимые для обычного бетона [2, 3].

Важным преимуществом бетонополимеров является то обстоятельство, что последующей специальной обработке могут подвергаться различные исходные бетоны или капиллярно-пористые строительные материалы, обычно бетонные или железобетонные конструкции и изделия, изготовленные традиционными или упрощенными способами производства.

Пропитка бетона мономером является одной из основных технологических операций получения бетонополимера. От того, насколько глубоко и полно удастся пропитать бетон, зависят свойства конечного продукта. Технология пропитки во многом определяется свойствами бетона и пропитывающей жидкости, требованиями к конечному материалу – бетонополимеру. Наряду с полной пропиткой для придания материалу высокой прочности или специальных свойств, может применяться поверхностная пропитка на определенную глубину для повышения долговечности материала и стабилизации полученных свойств во времени.

Для пропитки бетона, кроме полимеров, могут применяться самые различные материалы. Пропитку капиллярно-пористых тел в настоящее время производят [5]: диффузным способом, когда проникание паровоздушной среды или жидкости происходит за счет разности парциальных давлений; способом капиллярного подсоса пропиточной жидкости, когда последняя поднимается по порам и капиллярам изделия; контракционным способом, когда проникание пропиточной жидкости в свежееотформованную бетонную смесь происходит за счет вакуума, создаваемого физико-химическими процессами цементного теста; конденсационным способом, когда проникание пропиточной жидкости происходит за счет конденсации паровоздушной среды, вызванной объемно-температурными явлениями в изолируемом изделии; гидростатическим способом, когда пропитываемое изделие погружается в жидкость и проникание ее в капиллярно-пористое тело

происходит за счет капиллярного подсоса и гидростатического давления; вакуумированием свежеприготовленной или сухой плотноупакованной бетонной смеси, когда проникание жидкости осуществляется за счет создаваемого разряжения; гидротермальным способом, когда свежееотформованное изделие погружается в пропиточную жидкость и подвергается гидротермальной обработке с одновременной пропиткой за счет физико-химических процессов в цементном тесте.

При пропитке бетона мономером с его последующей полимеризацией в порах и капиллярах бетона происходят сложные физико-химические процессы, в результате которых в несколько раз возрастает прочность материала. Увеличение прочности и стойкости бетона в этом случае обусловлено рядом факторов, наиболее существенными из которых являются: уменьшение общей пористости материала за счет заполнения пор и капилляров бетона полимером; «залечивание» дефектов в структуре бетона и снижение вследствие этого концентрации напряжений; наличие объемного полимерного каркаса, обжимающего бетонный скелет и работающего совместно с бетоном; увеличение сцепления между цементным камнем и заполнителем; физико-химическое взаимодействие полимера и высокоразвитой твердой поверхности цементного камня в бетоне; наличие полимерной пленки на поверхности порового пространства, затрудняющей образование микротрещин, и многочисленных тонких волокон полимера, образующихся в капиллярах бетона и обладающих повышенной прочностью и модулем упругости [1, 5].

Наряду с химически агрессивными средами, строительные материалы в процессе эксплуатации в отдельных зданиях и сооружениях подвергаются разрушающему действию биологически активных сред. Подвержены биоповреждениям практически все материалы, в том числе и полимерные. Будучи органическими соединениями, они способны подвергаться биологической коррозии микроорганизмами-бактериями и плесневыми грибами. Биокоррозии подвержены практически все типы полимеров [2]. В результате биоповреждений снижаются прочность и экономическая ценность материалов и изделий, ухудшается экологическая ситуация в зданиях. В этой связи проблема защиты строительных и других материалов имеет огромное народнохозяйственное значение.

Таким образом, цель настоящего исследования состояла в изучении влияния пропиточных составов на биостойкость цементных композитов и получении бетонополимеров повышенной биостойкости.

Цементные образцы формировались на основе портландцемента М400 и воды, количество которой брали из расчета обеспечения водоцементного отношения, равного 0,3. В качестве пропитывающих жидкостей рассматривали эпоксидные и жидкостекольные композиции с фунгицидными добавками. В качестве жидкостекольной композиции рассматривался состав на основе жидкого стекла и кремнефтористого натрия, количество отверждающегося компонента бралось равным 20 мас. ч. на 100 мас. ч. вяжущего. При таком соотношении компонентов композиция обладает фунгицидными свойствами [4]. В эпоксидные композиции вводились фунгицидные соединения различных видов. Пропиточные составы материалов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Составы пропиточных композиций

Компоненты	Содержание компонентов в составах, масс.ч.													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Натриевое жидкое стекло	100													
Кремнефтористый натрий	20													
Эпоксидная смола		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Полиэтиленполиамин		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Перманганат калия			1	3	7									
Медный купорос						1	3	7						
Фенол									1	3	7			
Парокрезол												1	3	7

Изготовление образцов из бетонополимера осуществлялось по следующей технологии. Пропитка производилась путем трехкратного нанесения композиций на поверхность образцов кистью.

После отверждения бетонополимерных образцов в нормальных условиях в течение 28 суток были проведены их испытания на обрастаемость мицелиальными грибами по методам 1 и 3. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Обрастаемость композитов в условиях воздействия мицелиальных грибов

№ состава	Устойчивость к действию грибов, балл		Характеристика по ГОСТ
	Метод 1	Метод 3	
1	0	R=5 mm	фунгицидный
2	3	4	негрибостойкий
3	3	4	негрибостойкий
4	2	4	грибостойкий
5	1	3	грибостойкий
6	2	4	грибостойкий
7	2	4	грибостойкий
8	2	3	грибостойкий
9	2	3	грибостойкий
10	1	2	грибостойкий
11	0	1	грибостойкий
12	1	4	грибостойкий
13	1	3	грибостойкий
14	1	2	грибостойкий

Из результатов, представленных в табл. 2, видно, что цементные композиты после пропитки жидкостекольной смесью становятся фунгицидными, а после пропитки составами из эпоксидной смолы с фунгицидными добавками становятся грибостойкими.

С целью определения биостойкости нами были проведены исследования, в которых сравнивались пропитанные жидкостекольной композицией и непропитанные образцы кирпича глиняного обыкновенного и кирпича силикатного, образцы на основе газосиликата. Результаты испытаний образцов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Биостойкость материалов, пропитанных жидкостекольной композицией и непропитанных

Вид материала	Оценка роста грибов, баллы		Характеристика по ГОСТу
	метод 1	метод 3	
Кирпич глиняный обыкновенный (непропитанный)	3	5	Негрибостоек
Кирпич глиняный обыкновенный (пропитанный)	0	3	Грибостоек
Кирпич силикатный (непропитанный)	3	5	Негрибостоек
Кирпич силикатный (пропитанный)	0	3	Грибостоек
Газосиликат (непропитанный)	3	5	Негрибостоек
Газосиликат (пропитанный)	0	2	Грибостоек

Анализ результатов, представленных в табл. 3, свидетельствует о том, что пропитка цементно-песчаного раствора, кирпича глиняного обыкновенного и кирпича силикатного, а также теплоизоляционных образцов на основе газосиликата способствует увеличению их биологической

стойкости. Образцы становятся грибостойкими и фунгицидными. Это позволяет повысить стойкость к биоразрушениям существующих и вновь возводимых зданий и сооружений.

Таким образом, установлена возможность повышения биостойкости строительных материалов посредством пропитки их фунгицидными составами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю.М. Бетонополимеры. – М.: Стройиздат, 1983. – 472 с.
2. Соломатов В.И., Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф. и др. Биологическое сопротивление материалов. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2001. – 196 с.
3. Завалишин Е.В., Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф. и др. Повышение долговечности конструкций и сооружений посредством пропитки поровой структуры материалов биоцидными составами // Биоповреждения и биокоррозия в строительстве: материалы междунар. науч.-техн. конф. – Саранск, 2004. – С. 153-156.
4. Завалишин Е.В., Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф. и др. Биологическое сопротивление композитов на основе жидкого стекла // Биоповреждения и биокоррозия в строительстве: материалы междунар. науч.-техн. конф. – Саранск, 2004. – С. 156-159.
5. Касимов И.К., Федотов Е.Д. Пропитка цементного камня органическими вяжущими. – Л.: Стройиздат, 1981. – 168 с.