



eISSN 2311-2468
Том 3, № 18. 2015
Vol. 3, no. 18. 2015

электронное периодическое издание
для студентов и аспирантов

Огарёв-онлайн Ogarev-online

<https://journal.mrsu.ru>



АНОШКИН В. С.

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИОСТОЙКИХ ПОЛИМЕРНЫХ
КОМПОЗИТОВ, НАПОЛНЕННЫХ КВАРЦЕВЫМ ПЕСКОМ**

Аннотация. Были изготовлены полимерные композиты, наполненные кварцевым песком и содержащие модифицирующие добавки на основе гуанидина. Это позволило улучшить физико-механические и эксплуатационные свойства полимерных композитов, а также их долговечность в условиях воздействия микробиологических агрессивных сред.

Ключевые слова: полимерный композит, наполнитель, биоцидная добавка, прочность, физико-механические свойства.

ANOSHKIN V. S.

**PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF BIORESISTANT POLYMERIC
COMPOSITES FILLED WITH QUARTZ SAND**

Abstract. Sample polymeric composites filled with quartz sand and containing modifying additives based on guanidine were made. The tests showed an improvement of the composites physicomachanical and operational properties and their durability in microbiological hostile environment.

Keywords: polymeric composite, filler, biocidal additive, durability, physicomachanical properties.

В строительной отрасли воздействие микробиологических агрессивных сред наносит заметный ущерб из-за своего разрушительного воздействия на компоненты строительных материалов, что, в свою очередь, приводит к деструкции и разрушению самого композита (в том числе на основе полимерных связующих), а затем и всей конструкции в целом [1–5].

В настоящее время эпоксидные композиты по сравнению с другими полимерными материалами находят все большее применение. Они используются для ремонта строительных конструкций инженерных и мостовых сооружений, покрытий автомобильных дорог, изготовления полимербетонных изделий и т.д. С помощью регулирования состава можно добиться требуемых физико-механических и эксплуатационных свойств [6–15].

Отечественная и зарубежная практика строительства показала, что введение в состав полимерных композитов биоцидных химических веществ является перспективным. Одним из видов биоцидных химических препаратов являются добавки на основе гуанидина [16–21].

Однако важно добиться того, чтобы введение биоцидного препарата не способствовало ухудшению других свойств [22–25].

Для полимербетонов, используемых при изготовлении защитных покрытий или других химически стойких изделий, эти материалы должны обладать рядом физико-механических и эксплуатационных свойств (высокой прочностью, малой проницаемостью и т.д.)

Одной из важнейших характеристик строительных композитов является прочность, поэтому были определены зависимости изменения прочности на сжатие и при изгибе составов на основе эпоксидной смолы, аминифенольного отвердителя и кварцевого песка, являющегося одним из наиболее традиционных наполнителей.

Было исследовано совместное влияние применения наполнителя, а также препаратов на основе гуанидина на прочностные характеристики композитов на основе смолы ЭД-20 и отвердителя АФ-2.

Были проведены сравнительные испытания ненаполненных образцов и образцов содержащих 25, 50, 100, 200 и 300 мас. ч. перечисленных наполнителей на 100 мас. ч. смолы. Кроме того, сравнительным испытаниям подвергались бездобавочные материалы и составы, содержащие биоцидные добавки в концентрациях 5 и 10 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы (см. рис. 1, 2).

При испытании на сжатие было установлено повышение прочности исследованных композитов при введении наполнителя в количестве от 25 до 200 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. При повышении степени наполнения до 300 мас. ч. прочностные показатели были ниже, чем у ненаполненных составов. При испытании на изгиб повышение прочностных показателей наблюдается при всех исследованных степенях наполнения – т.е. от 25 до 300 мас. ч. на 100 мас. ч.

Максимальные прочностные показатели при сжатии и при изгибе отмечены у составов, наполненных кварцевым песком в количестве 25 и 50 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Данные составы оказались прочнее контрольных ненаполненных образцов на величину около 16 и 25% соответственно (см. рис. 1, 2).

Состав, содержащий 25 мас. ч. кварцевого песка и 5 мас. ч. добавки «Тефлекс» при испытании на сжатие оказался на 10% прочнее контрольного состава, при испытании на изгибе на – 15% и т. д.

При исследовании средней плотности композитов установлено, что более плотная структура полимерных композитов получена при повышении содержания наполнителя (см. рис. 3).

При исследовании коррозионной стойкости композитов в качестве агрессивной среды рассмотрена вода, нагретая до 80 °С. Это обусловлено тем, что вода – универсальная агрессивная среда для полимербетонов. На рис. 4 приведены зависимости изменения

водопоглощения и коэффициента водостойкости эпоксидных композитов наполненных и ненаполненных составов. В ряде случаев введение биоцидной добавки «Тефлекс Антиплесень» способствует снижению водопоглощения и повышению водостойкости составов.

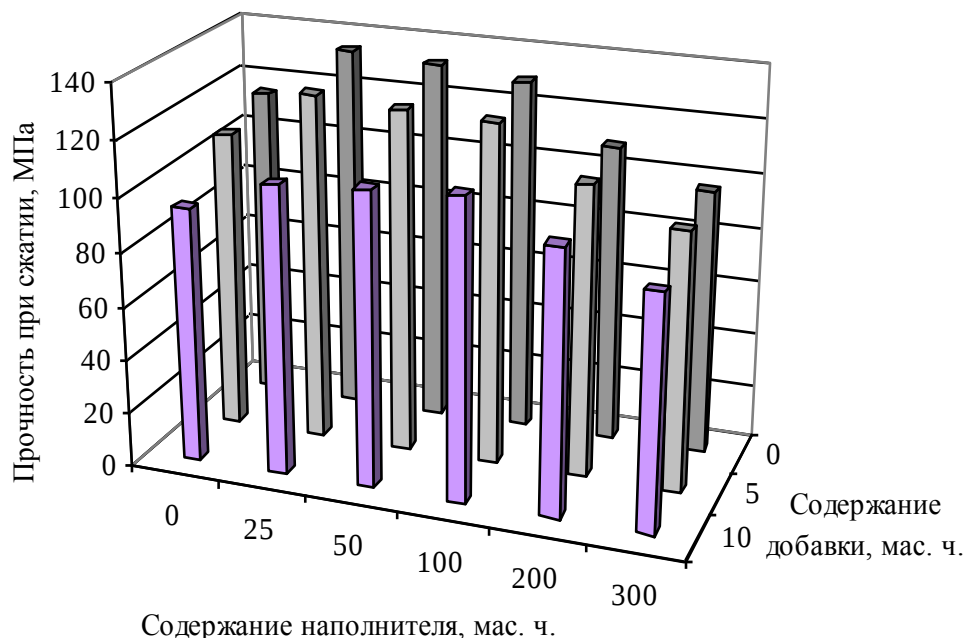


Рис. 1. Зависимость изменения предела прочности при сжатии полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминофенольного отвердителя, наполненных кварцевым песком, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

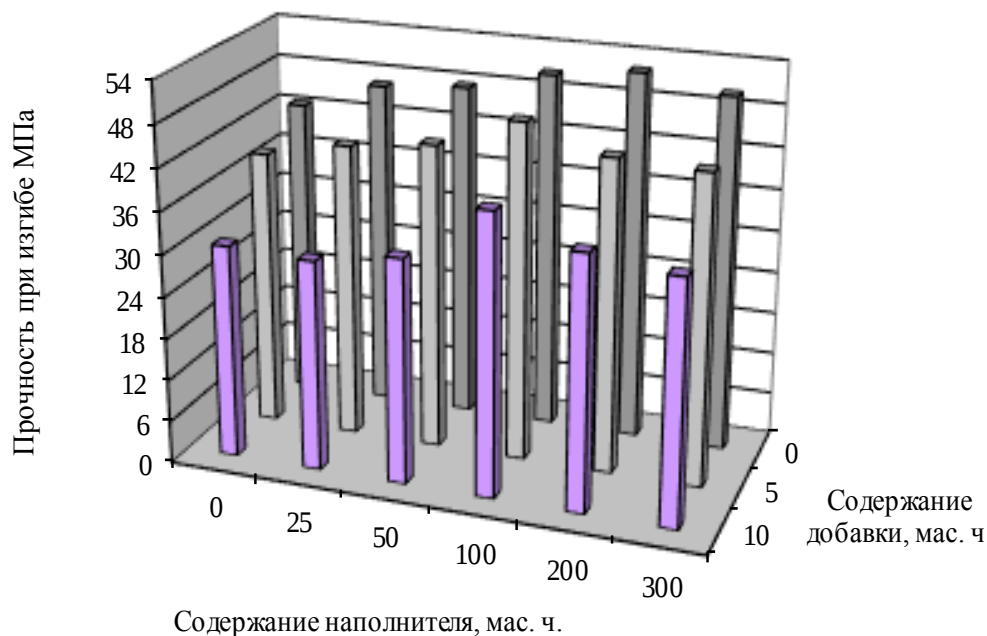


Рис. 2. Зависимость изменения предела прочности при изгибе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминофенольного отвердителя, наполненных кварцевым песком, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

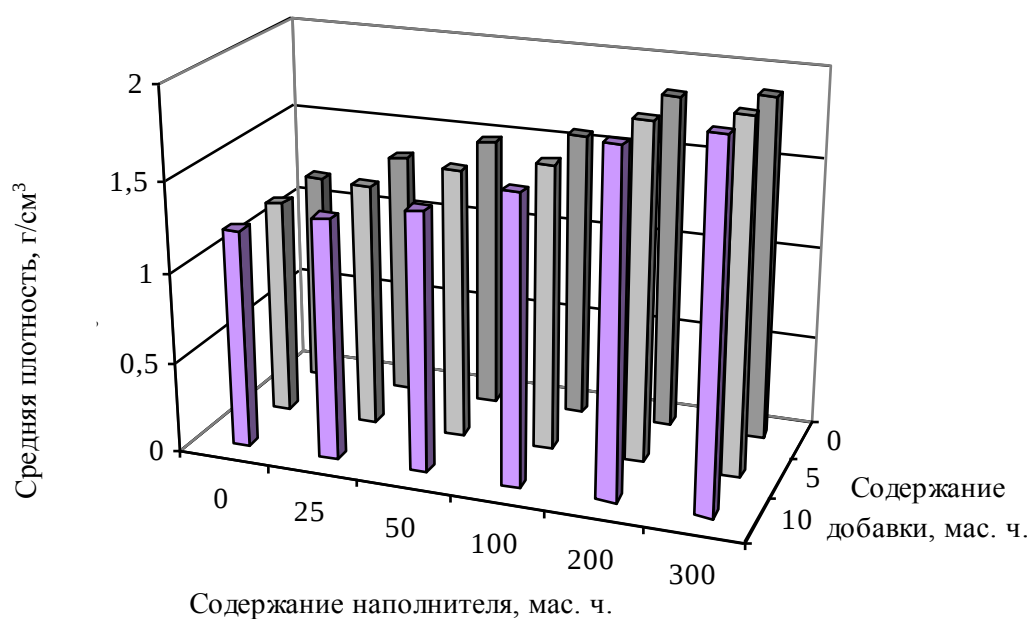


Рис. 3. Зависимость изменения средней плотности полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминофенольного отвердителя, наполненных кварцевым песком, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

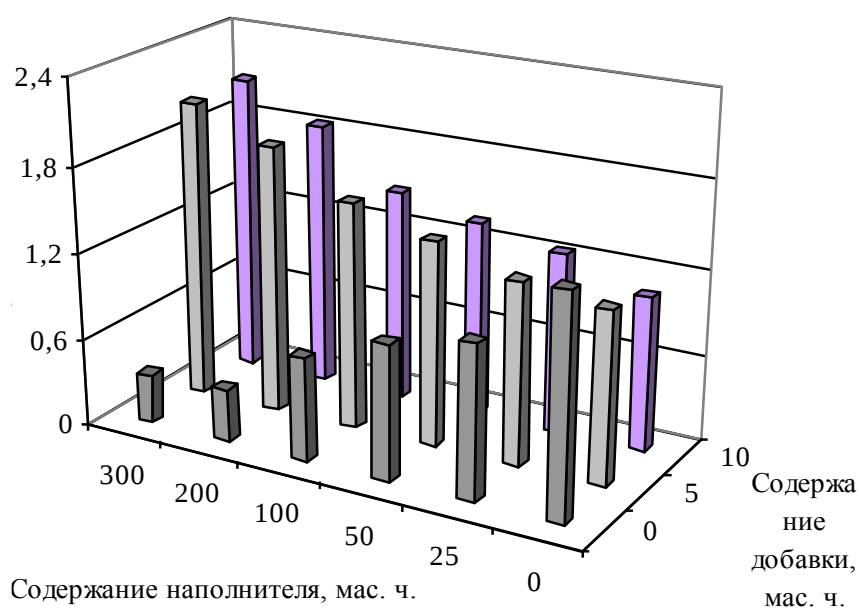


Рис. 4. Зависимость изменения водопоглощения по массе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминофенольного отвердителя, наполненных кварцевым песком, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

Таким образом, нами были изготовлены полимерные композиты, наполненные кварцевым песком и содержащие модифицирующие добавки на основе гуанидина, обладающие улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, а также долговечностью в условиях воздействия микробиологических агрессивных сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев В. Т., Богатова С. Н., Богатов А. Д. и др. Биостойкие строительные композиты каркасной структуры на смешанных вяжущих // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 32–38.
2. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Светлов Д. А. и др. Защита зданий и сооружений от биоповреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина. – СПб.: Наука, 2010. – 192 с.
3. Родин А. И. Разработка биоцидных цементов и композитов на их основе: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Саранск, 2013. – 24 с.
4. Ерофеев В. Т., Родин А. И. Биостойкость декоративных цементных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 3. – С. 32–38.
5. Ерофеев В. Т., Сураева Е. Н., Богатов А. Д. и др. Сухие строительные смеси, модифицированные биоцидной добавкой // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 93–100.
6. Ерофеев В. Т., Волгина Е. В., Казначеев С. В. и др. Оптимизация содержания компонентов винилэфирных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 22–31.
7. Волгина Е. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т., Кретьева В. М. Деформативность винилэфирных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – № 6 (45). – С. 82–90.
8. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Кондакова И. Э. и др. Биостойкость эпоксидных полимербетонов, модифицированных каменноугольной смолой // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 7-2. – С. 310–325.
9. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Кретьева В. М. и др. Оптимизация содержания диоктилфталата в качестве пластификатора в эпоксидных композитах // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 253–257.
10. Лазарев А. В., Худяков В. А., Казначеев С. В. и др. Влияние вида наполнителя на деформативность эпоксидных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013. – № 3 (48). – С. 176–179.
11. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. изделий / Патент 2461533 Российская Федерация, МПК C04B41/68, C1. – № 2011116017/03; заявл. 22.04.11; опубл. 20.09.2012. – Бюл. № 26.

12. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. Полимерная композиция / Патент 2462488 Российская Федерация, МПК C08L63/00 (C08K5/13), C1. – № 2011112285/05; заявл. 30.03.11; опубл. 27.09.2012. – Бюл. № 27.
13. Земсков С. М., Казначеев С. В., Морозова А. Н. Биологическая коррозия полимерсодержащих строительных материалов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/biologicheskaya-korroziya-polimersoderzhashhikh-stroitelnykh-materialov>.
14. Добрынкин С. В., Ерофеев В. Т., Задумин А. В. Влияние компонентов винилэфирных композитов на показатели сжимаемости [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-komponentov-vinilehfirnykh-kompozitov-na-pokazateli-szhimaemosti>.
15. Вильдяев Д. В., Ерофеев В. Т., Трemasов В. В. Влияние содержания компонентов на прочностные показатели винилэфирных композитов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-soderzhaniya-komponentov-na-prochnostnye-pokazateli-vinilehfirnykh-kompozitov>.
16. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Влияние модифицирующих добавок на стойкость цементных композитов в условиях воздействия модельной бактериальной среды // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 103–107.
17. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Исследование стойкости цементных композитов, модифицированных биоцидными препаратами на основе гуанидина, в модельной среде мицелиальных грибов [Электронный ресурс] // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. – 2012. – № 1 (20). – Режим доступа: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=792>.
18. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Биоцидные гипсовые композиты с добавками, содержащими соединения гуанидина // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 108–113.
19. Светлов Д. А., Спирин В. А., Казначеев С. В. и др. Физико-технические свойства цементных композитов с биоцидной добавкой // Транспортное строительство. – 2008. – № 2. – С. 21–23.
20. Барашкина А. В., Казначеев С. В., Мокейкина Е. В. Влияние биоцидного препарата «Гефлекс» на свойства строительных композитов на основе эпоксидной смолы

[Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-biocidnogo-preparata-tefleks-na-svojjstva-stroitelnykh-kompozitov-na-osnove-ehpoksidnojj-smoly>.

21. Казначеев С. В., Пьянзина М. Д., Строкина Н. А. Строительные композиты на основе неорганических вяжущих, модифицированные биоцидным препаратом «Тефлекс индустриальный» [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/stroitelnye-kompozity-na-osnove-neorganicheskikh-vyazhushhikh-modificirovannye-biocidnym-preparatom-tefleks-industrialnyjj>.

22. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Физико-механические свойства и биостойкость цементов, модифицированных сернокислым натрием, фтористым натрием и полигексаметиленгуанидин стеаратом // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2012. – Вып. 7. Ч. 2. – С. 292–309.

23. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Биоцидный портландцемент с улучшенными физико-механическими свойствами // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 81–92.

24. Ерофеев В. Т., Лазарев А. В., Богатов А. Д. и др. Оптимизация составов биостойких эпоксидных композитов, отверждаемых аминафенольным отвердителем // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 4 (26). – С. 218–227.

25. Лазарев А. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т. и др. Оптимизация составов наполненных эпоксидных композитов по прочностным показателям // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 235–239.

МЫРКСИНА О. Н.

**ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ
КОМПОЗИТОВ ОТ СТЕПЕНИ НАПОЛНЕНИЯ
И СОДЕРЖАНИЯ БИОЦИДНОЙ ДОБАВКИ**

Аннотация. Проведено исследование физико-механических свойств полимерных композитов в зависимости от степени их наполнения отсевами дробления гранитного щебня и содержания биоцидной добавки на основе гуанидина. Получены строительные композиты с повышенными прочностными и улучшенными эксплуатационными свойствами.

Ключевые слова: полимерный композит, наполнитель, биоцидная добавка, прочность, физико-механические свойства.

MYRKSINA O. N.

**CHANGING OF PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF POLYMERIC
COMPOSITES DEPENDING ON THEIR FILLING RATE
AND BIOCIDAL ADDITIVE CONTENT**

Abstract. The dependence of polymeric composite physicomachanical properties on the stone screening dust filling rate and the content of biocidal additive based on guanidine was studied. Sample construction composites of improved strength and operational properties were made.

Keywords: polymeric composite, filler, biocidal additive, durability, physicomachanical properties.

Как известно из многочисленных исследований и практики, долговечность и надежную эксплуатацию строительных изделий, конструкций, зданий и сооружений в условиях воздействия биологически активных сред можно обеспечить только при соблюдении мер по защите материалов конструкций и изделий от коррозии путем снижения или полного исключения агрессивного биологического воздействия [1–5].

Непрерывное развитие строительства в условиях современного индустриального общества сопровождается постоянными поисками более совершенных композиционных материалов, превосходящих по своим прочностным, упруго-деформационным и другим свойствам традиционные строительные материалы. К таким материалам относятся материалы на полимерных связующих, которые находят широкое применение в строительстве. Повышения их физико-механических и эксплуатационных свойств можно добиться путем регулирования состава [6–12].

Для предотвращения возникновения негативного воздействия биодеструкторов существует ряд мер, наиболее эффективными из которых является введение в состав

материала на стадии его изготовления фунгицидных добавок. Одним из видов биоцидных химических препаратов являются добавки на основе гуанидина [13–18].

Как известно, для полимерных бетонов существует ряд требований по физико-механическим и эксплуатационным свойствам. Поэтому важно добиться того, чтобы введение различных компонентов не способствовало ухудшению основных свойств материалов [19–25].

Прочностные свойства строительных композитов являются одной из их важнейших характеристик, поэтому были определены зависимости изменения прочности на сжатие и при изгибе образцов на основе эпоксидной смолы, аминофенольного отвердителя и отсева дробления гранитного щебня – отходом, применение которого целесообразно в строительстве.

Было исследовано совместное влияние на физико-механические и эксплуатационные показатели композитов на основе смолы ЭД-20 и отвердителя АФ-2 биоцидных препаратов на основе гуанидина и наполнителя – отсевов дробления гранитного щебня.

Нами были проведены испытания образцов содержащих 25, 50, 100, 200 и 300 мас. ч. отсевов дробления гранитного щебня на 100 мас. ч. смолы, а также их сравнительные испытания с ненаполненными образцами. Также сравнительным испытаниям подвергались бездобавочные материалы и составы, содержащие биоцидный препарат в концентрациях 5 и 10 массовых частей на 100 массовых частей смолы (см. рис. 1, 2).

При проведении эксперимента было установлено повышение прочности на сжатие исследованных композитов при введении отсевов дробления гранитного щебня в количестве от 100 до 200 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. При повышении степени наполнения до максимальной (300 мас. ч.) прочностные показатели снизились из-за повышенного содержания наполнителя и оказались ниже, чем у ненаполненных составов. При испытании на изгиб повышение прочностных показателей наблюдалось при всех исследованных степенях наполнения отсевом дробления гранитного щебня до 300 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Максимальные прочностные показатели при сжатии и при изгибе были отмечены у составов, наполненных отсевом дробления гранитного щебня в количестве 100 и 300 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Данные составы оказались прочнее контрольных ненаполненных контрольных образцов на величину до 18 и 22% соответственно (см. рис. 1, 2).

При исследовании средней плотности композитов установлено, что более плотная структура получена при повышении содержания отсевов дробления гранитного щебня (200-300 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы) (см. рис. 3).

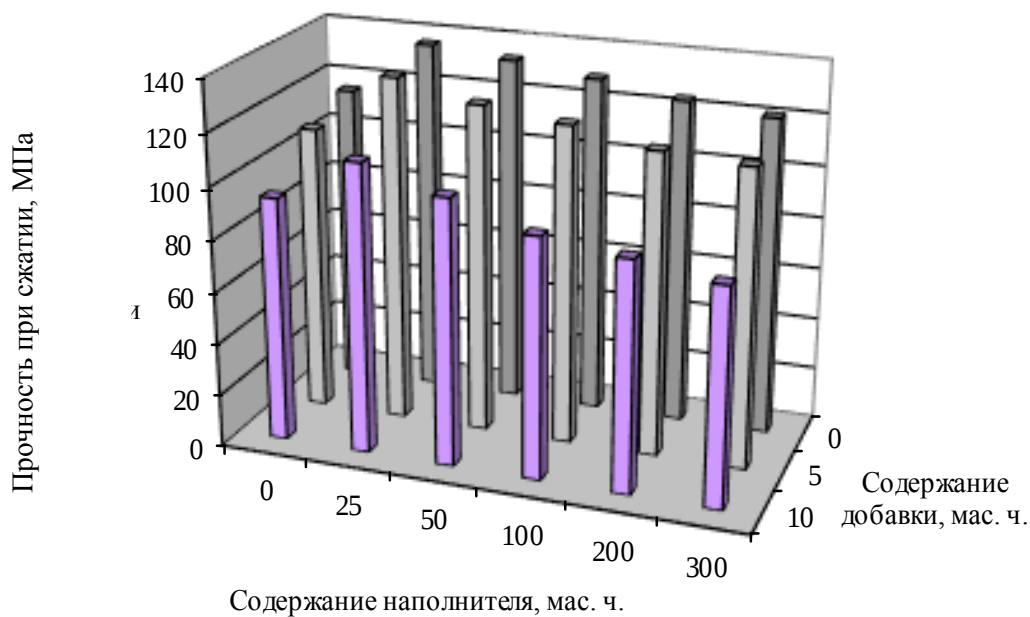


Рис. 1. Зависимость изменения предела прочности при сжатии полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных отсеком дробления гранитного щебня, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

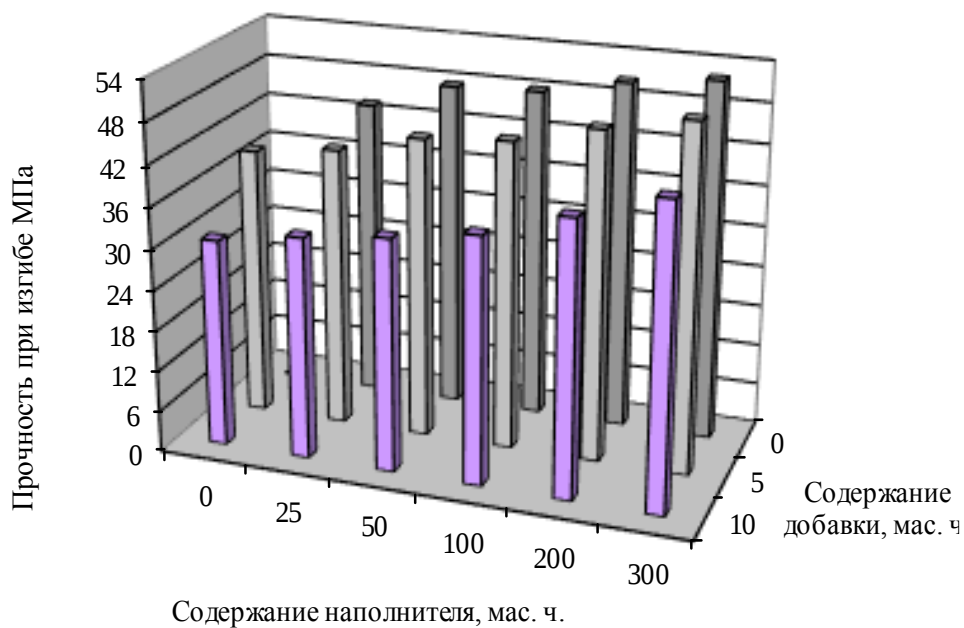


Рис. 2. Зависимость изменения предела прочности при изгибе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных отсеком дробления гранитного щебня, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

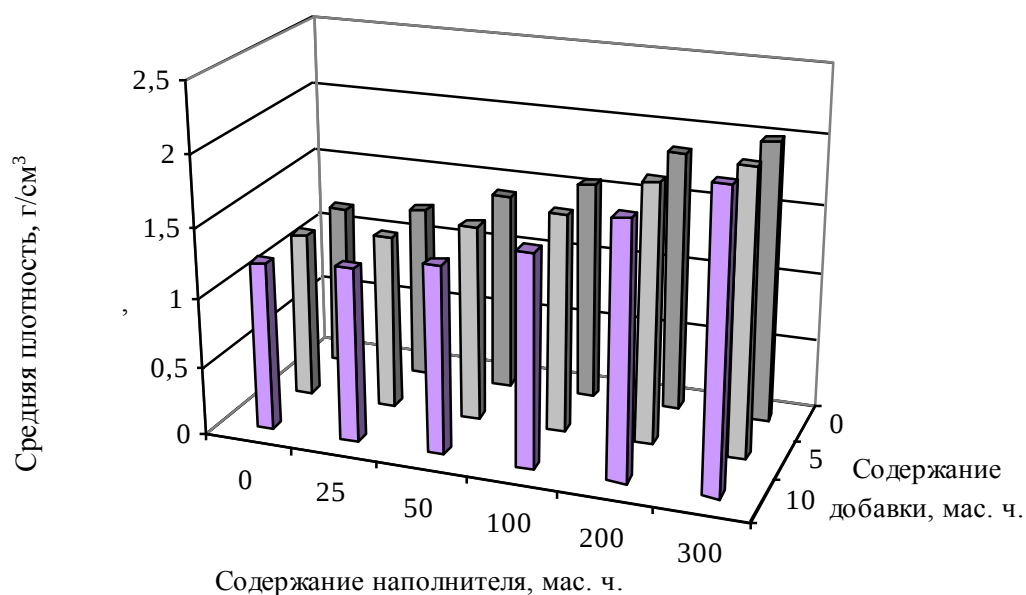


Рис. 3. Зависимость изменения средней плотности полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных отсевом дробления гранитного щебня от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

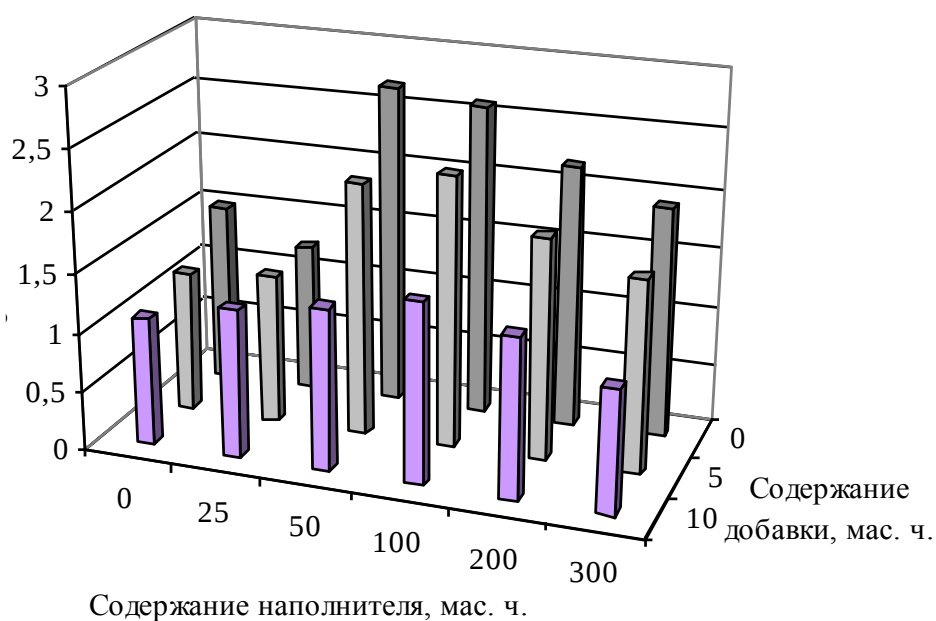


Рис. 4. Зависимость изменения водопоглощения по массе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных отсевом дробления гранитного щебня от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

На рис. 4 приведены зависимости изменения водопоглощения наполненных и ненаполненных составов. В ряде случаев введение биоцидной добавки способствует снижению водопоглощения и повышению водостойкости составов.

Таким образом в ходе экспериментов нами были изготовлены полимерные композиты, содержащие модифицирующие добавки на основе гуанидина и наполненные отсевом дробления гранитного щебня, которые обладают улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, а также стойкостью к воздействию агрессивных сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев В. Т., Соколова Ю. А., Богатов А. Д. и др. Эпоксидные полимербетоны, модифицированные нефтяными битумами, каменноугольной и карбамидной смолами и аминопроизводными соединениями. – М.: ПАЛЕОТИП, 2012. – 240 с.
2. Защита зданий и сооружений от биоповреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина / под ред. П. Г. Комохова, В. Т. Ерофеева, Г. Е. Афиногенова. – СПб.: Наука, 2010. – 192 с.
3. Ерофеев В. Т., Богатова С. Н., Богатов А. Д. и др. Биостойкие строительные композиты каркасной структуры на смешанных вяжущих // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 32–38.
4. Богатова С. Н. Богатов А. Д., Ерофеев В. Т. Долговечность ячеистого бетона на основе боя стекла // Промышленное и гражданское строительство. – 2011. – № 4. – С. 52–54.
5. Ерофеев В. Т., Сураева Е. Н., Богатов А. Д. и др. Сухие строительные смеси, модифицированные биоцидной добавкой // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 93–100.
6. Ерофеев В. Т., Волгина Е. В., Казначеев С. В., Кретова В. М. Исследование прочности винилэфирных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2013. – № 4. – С. 181–188.
7. Волгина Е. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т., Кретова В. М. Деформативность винилэфирных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – № 6 (45). – С. 82–90.
8. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Кондакова И. Э. и др. Биостойкость эпоксидных полимербетонов, модифицированных каменноугольной смолой // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 7-2. – С. 310–325.
9. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Кретова В. М. и др. Оптимизация содержания диоктилфталата в качестве пластификатора в эпоксидных композитах // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 253–257.

10. Лазарев А. В., Худяков В. А., Казначеев С. В. и др. Влияние вида наполнителя на деформативность эпоксидных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013. – № 3 (48). – С. 176–179.
11. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. изделий / Патент 2461533 Российская Федерация, МПК C04B41/68, C1. – № 2011116017/03; заявл. 22.04.11; опубл. 20.09.2012. – Бюл. № 26.
12. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. Полимерная композиция / Патент 2462488 Российская Федерация, МПК C08L63/00 (C08K5/13), C1. – № 2011112285/05; заявл. 30.03.11; опубл. 27.09.2012. – Бюл. № 27.
13. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Влияние модифицирующих добавок на стойкость цементных композитов в условиях воздействия модельной бактериальной среды // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 103–107.
14. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Исследование стойкости цементных композитов, модифицированных биоцидными препаратами на основе гуанидина, в модельной среде мицелиальных грибов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. – 2012. – № 1 (20). – Режим доступа: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=792>.
15. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Биоцидные гипсовые композиты с добавками, содержащими соединения гуанидина // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 108–113.
16. Светлов Д. А., Спирин В. А., Казначеев С. В. и др. Физико-технические свойства цементных композитов с биоцидной добавкой // Транспортное строительство. – 2008. – № 2. – С. 21–23.
17. Барашкина А. В., Казначеев С. В., Мокейкина Е. В. Влияние биоцидного препарата «Тефлекс» на свойства строительных композитов на основе эпоксидной смолы [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-biocidnogo-preparata-tefleks-na-svojjstva-stroitelnykh-kompozitov-na-osnove-ehpoksidnoj-smoly>.
18. Казначеев С. В., Пьянзина М. Д., Строкина Н. А. Строительные композиты на основе неорганических вяжущих, модифицированные биоцидным препаратом «Тефлекс индустриальный» [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/stroitelnye-kompozity-na-osnove-neorganicheskikh-vyazhushhikh-modificirovannye-biocidnym-preparatom-tefleks-industrialnyjj>.

19. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Физико-механические свойства и биостойкость цементов, модифицированных серноокислым натрием, фтористым натрием и полигексаметиленгуанидин стеаратом // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2012. – № 7-2. – С. 292–309.
20. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Биоцидный портландцемент с улучшенными физико-механическими свойствами // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 81–92.
21. Ерофеев В. Т., Лазарев А. В., Богатов А. Д. и др. Оптимизация составов биостойких эпоксидных композитов, отверждаемых аминафенольным отвердителем // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 4 (26). – С. 218–227.
22. Лазарев А. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т. и др. Оптимизация составов наполненных эпоксидных композитов по прочностным показателям // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 235–239.
23. Добрынкин С. В., Ерофеев В. Т., Задумин А. В. Влияние компонентов винилэфирных композитов на показатели сжимаемости [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-komponentov-vinilehfirnykh-kompozitov-na-pokazateli-szhimaemosti>.
24. Вильдяев Д. В., Ерофеев В. Т., Трemasов В. В. Влияние содержания компонентов на прочностные показатели винилэфирных композитов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-soderzhaniya-komponentov-na-prochnostnye-pokazateli-vinilehfirnykh-kompozitov>.
25. Земсков С. М., Казначеев С. В., Морозова А. Н. Биологическая коррозия полимерсодержащих строительных материалов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/biologicheskaya-korroziya-polimersoderzhashhikh-stroitelnykh-materialov>.

БОГАТОВА К. С.

ВЛИЯНИЕ БИОЦИДНОЙ ДОБАВКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ, НАПОЛНЕННЫХ ДОЛОМИТОВОЙ МУКОЙ

Аннотация. Проведено исследование полимерных композитов, наполненных доломитовой мукой и модифицированных добавкой на основе гуанидина. Получены полимерные композиты с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами и биологической стойкостью.

Ключевые слова: полимерный композит, наполнитель, биоцидная добавка, прочность, физико-механические свойства.

BOGATOVA K. S.

THE EFFECT OF BIOCIDAL ADDITIVE ON PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF POLYMERIC COMPOSITES FILLED WITH DOLOMITE POWDER

Abstract. Sample polymeric composites filled with dolomite powder modified by an additive based on guanidine were obtained. The tests showed an improvement of the composites physicomachanical and operational properties as well as their biological resistance.

Keywords: polymeric composite, filler, biocidal additive, durability, physicomachanical properties.

Как известно, все материалы, изделия и конструкции применяемые в практике строительства, взаимодействуют с окружающей средой и на протяжении всего периода эксплуатации на них действует ряд агрессивных факторов. В свою очередь, взаимодействие материалов и изделий с биологическими средами сопровождается различными физико-химическими процессами, которые могут привести к снижению эксплуатационной надежности и даже разрушению [1–5].

Современное строительство непрерывно развивается, и это обуславливает необходимость разработки более совершенных композиционных материалов, применяемых для антикоррозионной защиты, а также изготовления изделий и конструкций. В настоящее время активно используются бетоны на основе полимеров, в частности, полимербетоны применяются для изготовления конструкционных материалов. С помощью регулирования состава полимербетона можно добиться требуемых физико-механических и эксплуатационных свойств [6–15].

Отечественная и зарубежная практика строительства доказала, что введение в состав полимерных композитов биоцидных химических веществ является перспективным. Одним из видов биоцидных химических препаратов являются добавки на основе гуанидина [16–21].

Как известно, для полимерных бетонов существует ряд требований по физико-механическим и эксплуатационным свойствам. Поэтому важно добиться того, чтобы введение различных компонентов не способствовало ухудшению основных свойств материалов [22–25].

Прочностные свойства строительных композитов являются одной из их важнейших характеристик, поэтому были определены зависимости изменения прочности на сжатие и при изгибе образцов на основе эпоксидной смолы, аминифенольного отвердителя и доломитовой муки, являющейся природным ресурсом Республики Мордовия.

Было исследовано совместное влияние на физико-механические и эксплуатационные показатели композитов на основе смолы ЭД-20 и отвердителя АФ-2 биоцидных препаратов на основе гуанидина и мелкодисперсного наполнителя – доломитовой муки месторождений Республики Мордовия.

Нами были проведены анализы образцов содержащих 25, 50, 100, 200 и 300 мас. ч. доломитовой муки на 100 мас. ч. смолы, а также их сравнительные испытания с ненаполненными образцами. Также сравнительным испытаниям подверглись бездобавочные материалы и составы, содержащие биоцидный препарат в концентрациях 5 и 10 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы (см. рис. 1, 2).

При проведении эксперимента было установлено повышение прочности на сжатие исследованных композитов при введении доломитовой муки в количестве до 200 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. При повышении степени наполнения до максимальной (300 мас. ч.) прочностные показатели снизились из-за повышенного содержания наполнителя и оказались ниже, чем у ненаполненных составов. При испытании на изгиб повышение прочностных показателей наблюдалось при всех исследованных степенях наполнения доломитовой мукой. Максимальные прочностные показатели при сжатии и при изгибе при отмечены у составов, наполненных доломитовой мукой в количестве 25 и 50 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Данные составы оказались прочнее ненаполненных контрольных образцов на величину до 10% (см. рис. 1, 2).

При исследовании средней плотности композитов установлено, что более плотная структура получена при повышении содержания доломитовой муки (200-300 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы) (см. рис. 3). На рис. 4 приведены зависимости изменения водопоглощения наполненных и ненаполненных составов. В ряде случаев введение биоцидной добавки способствует снижению водопоглощения и повышению водостойкости составов.

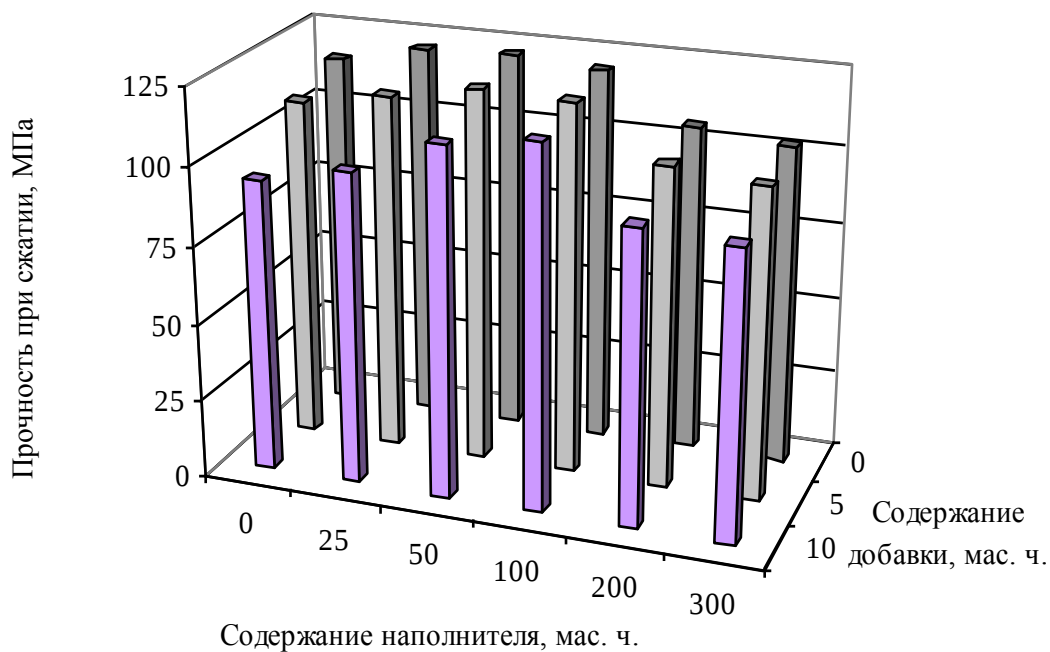


Рис. 1. Зависимость изменения предела прочности при сжатии полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных доломитовой мукой, от степени наполнения и содержания добавки «Текфлекс».

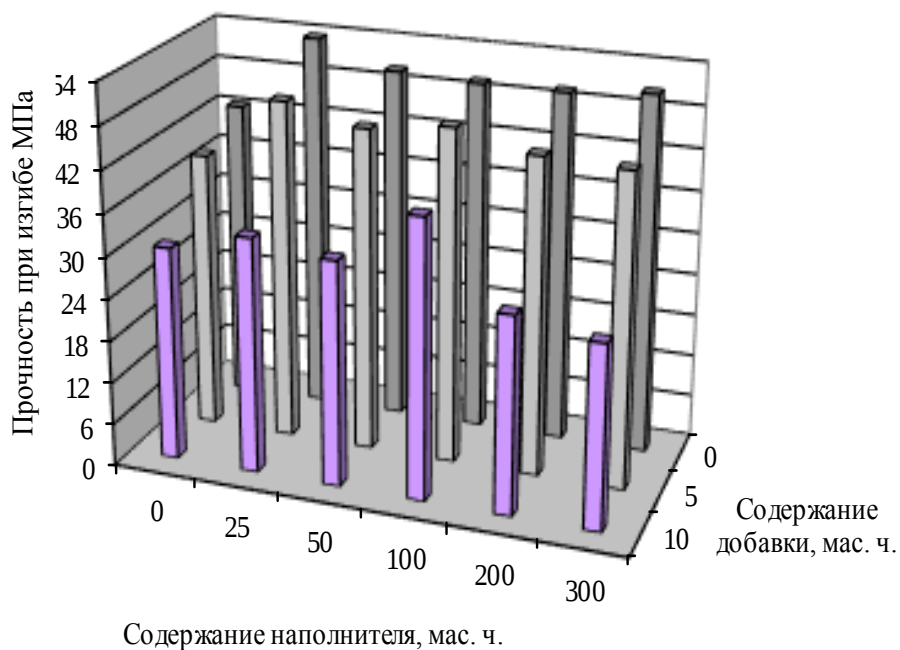


Рис. 2. Зависимость изменения предела прочности при изгибе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных доломитовой мукой, от степени наполнения и содержания добавки «Текфлекс».

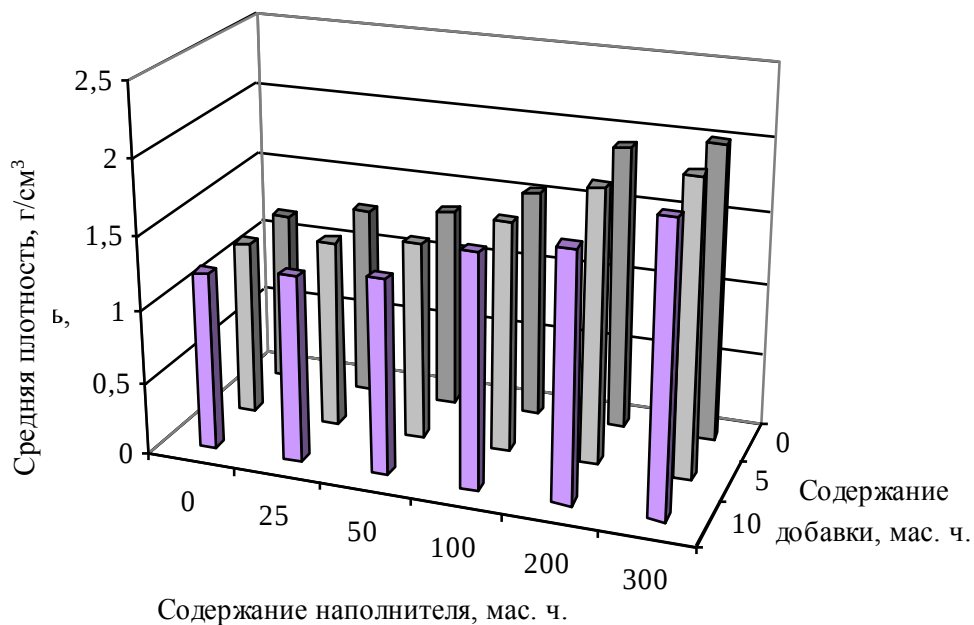


Рис. 3. Зависимость изменения средней плотности полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных доломитовой мукой, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

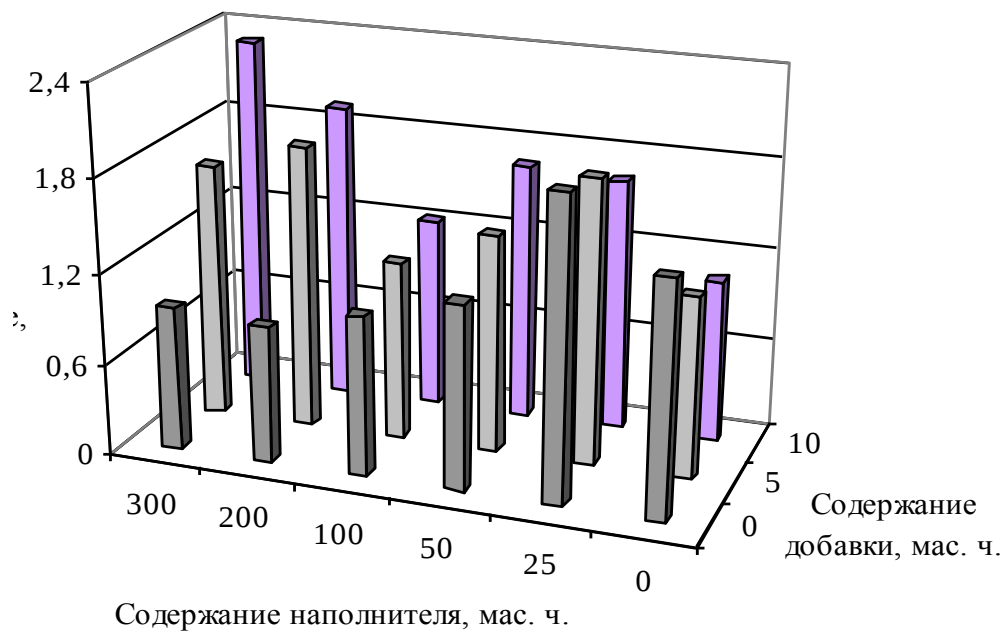


Рис. 4. Зависимость изменения водопоглощения по массе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных доломитовой мукой, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

Таким образом, в ходе экспериментов нами были изготовлены полимерные композиты, содержащие модифицирующие добавки на основе гуанидина, наполненные доломитовой мукой, которые обладают улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, а также стойкостью в условиях воздействия агрессивных сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев В. Т., Соколова Ю. А., Богатов А. Д. и др. Эпоксидные полимербетоны, модифицированные нефтяными битумами, каменноугольной и карбамидной смолами и аминопроизводными соединениями. – М.: ПАЛЕОТИП, 2012. – 240 с.
2. Ерофеев В. Т., Богатова С. Н., Богатов А. Д. и др. Биостойкие строительные композиты каркасной структуры на смешанных вяжущих // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 32–38.
3. Богатова С. Н., Богатов А. Д., Ерофеев В. Т. Долговечность ячеистого бетона на основе боя стекла // Промышленное и гражданское строительство. – 2011. – № 4. – С. 52–54.
4. Родин А. И. Разработка биоцидных цементов и композитов на их основе: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Саранск, 2013. – 24 с.
5. Ерофеев В. Т., Сураева Е. Н., Богатов А. Д. и др. Сухие строительные смеси, модифицированные биоцидной добавкой // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 93–100.
6. Ерофеев В. Т., Волгина Е. В., Казначеев С. В., Кретьева В. М. Исследование прочности винилэфирных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2013. – № 4. – С. 181–188.
7. Волгина Е. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т., Кретьева В. М. Деформативность винилэфирных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – № 6 (45). – С. 82–90.
8. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Кондакова И. Э. и др. Биостойкость эпоксидных полимербетонов, модифицированных каменноугольной смолой // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 7-2. – С. 310–325.
9. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Кретьева В. М. и др. Оптимизация содержания диоктилфталата в качестве пластификатора в эпоксидных композитах // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 253–257.

10. Лазарев А. В., Худяков В. А., Казначеев С. В. и др. Влияние вида наполнителя на деформативность эпоксидных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013. – № 3 (48). – С. 176–179.
11. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. изделий / Патент 2461533 Российская Федерация, МПК C04B41/68, C1. – № 2011116017/03; заявл. 22.04.11; опубл. 20.09.2012. – Бюл. № 26.
12. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. Полимерная композиция / Патент 2462488 Российская Федерация, МПК C08L63/00 (C08K5/13), C1. – № 2011112285/05; заявл. 30.03.11; опубл. 27.09.2012. – Бюл. № 27.
13. Барашкина А. В., Казначеев С. В., Мокейкина Е. В. Влияние биоцидного препарата «Тефлекс» на свойства строительных композитов на основе эпоксидной смолы [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-biocidnogo-preparata-tefleks-na-svojjstva-stroitelnykh-kompozitov-na-osnove-ehpoksidnojj-smoly>.
14. Казначеев С. В., Пьянзина М. Д., Строкина Н. А. Строительные композиты на основе неорганических вяжущих, модифицированные биоцидным препаратом «Тефлекс индустриальный» [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/stroitelnye-kompozity-na-osnove-neorganicheskikh-vyazhushhikh-modificirovannye-biocidnym-preparatom-tefleks-industrialnyjj>.
15. Земсков С. М., Казначеев С. В., Морозова А. Н. Биологическая коррозия полимерсодержащих строительных материалов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/biologicheskaya-korroziya-polimersoderzhashhikh-stroitelnykh-materialov>.
16. Добрынкин С. В., Ерофеев В. Т., Задумин А. В. Влияние компонентов винилэфирных композитов на показатели сжимаемости [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-komponentov-vinilefirnykh-kompozitov-na-pokazateli-szhimaemosti>.
17. Вильдяев Д. В., Ерофеев В. Т., Тремасов В. В. Влияние содержания компонентов на прочностные показатели винилэфирных композитов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-soderzhaniya-komponentov-na-prochnostnye-pokazateli-vinilefirnykh-kompozitov>.

18. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Влияние модифицирующих добавок на стойкость цементных композитов в условиях воздействия модельной бактериальной среды // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 103–107.
19. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Исследование стойкости цементных композитов, модифицированных биоцидными препаратами на основе гуанидина, в модельной среде мицелиальных грибов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. – 2012. – № 1 (20). – Режим доступа: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=792>.
20. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Биоцидные гипсовые композиты с добавками, содержащими соединения гуанидина // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2012. – № 26. – С. 108–113.
21. Светлов Д. А., Спирин В. А., Казначеев С. В. и др. Физико-технические свойства цементных композитов с биоцидной добавкой // Транспортное строительство. – 2008. – № 2. – С. 21–23.
22. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Физико-механические свойства и биостойкость цементов, модифицированных серноокислым натрием, фтористым натрием и полигексаметиленгуанидин стеаратом // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2012. – Вып. 7. – Ч. 2. – С. 292–309.
23. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Биоцидный портландцемент с улучшенными физико-механическими свойствами // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 81–92.
24. Ерофеев В. Т., Лазарев А. В., Богатов А. Д. и др. Оптимизация составов биостойких эпоксидных композитов, отверждаемых аминифенольным отвердителем // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 4 (26). – С. 218–227.
25. Лазарев А. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т. и др. Оптимизация составов наполненных эпоксидных композитов по прочностным показателям // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 235–239.

БОРИСОВА Т. С.

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИОСТОЙКИХ ПОЛИМЕРНЫХ
КОМПОЗИТОВ, НАПОЛНЕННЫХ ТОНКОМОЛОТЫМ ПОРОШКОМ
ИЗВЕСТНЯКА**

Аннотация. При проведении эксперимента были изготовлены полимерные композиты, наполненные тонкомолотым порошком известняка, и содержащие биоцидные добавки «Тефлекс». Это позволило улучшить физико-механические и эксплуатационные свойства полимерных композитов, а также их долговечность в условиях воздействия микробиологических агрессивных сред.

Ключевые слова: полимерный композит, порошок известняка, биоцидная добавка, биостойкость, прочность, физико-механические свойства.

BORISOVA T. S.

**PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF BIORESISTANT POLYMERIC
COMPOSITES FILLED WITH FINE LIMESTONE POWDER**

Abstract. Sample polymeric composites filled with fine limestone powder and containing Teflex biocidal additives of were made. The tests demonstrated an improvement of the sample composites physicomechanical and operational properties as well as their durability in microbiological hostile environment.

Keywords: polymeric composite, limestone powder, biocidal additive, biological resistance, durability, physicomechanical properties.

Как известно из отечественной и мировой практики строительства, в настоящее время эпоксидные композиты по сравнению с другими полимерными материалами находят большее применение. Они используются при проведении целого ряда строительных, ремонтных и других работ. Однако разные сферы применения требуют разных характеристик. С помощью регулирования состава можно добиться требуемых физико-механических и эксплуатационных свойств [1–7].

Следует отметить, что воздействие различных факторов может ухудшить требуемые показатели. В строительной отрасли воздействие микробиологических агрессивных сред наносит заметный ущерб из-за разрушительного воздействия на компоненты строительных материалов, что, в свою очередь, приводит к деструкции и разрушению самого композита (в том числе на основе полимерных связующих), а затем и всей конструкции в целом [8–12].

Многочисленные исследования доказали, что введение в состав полимерных композитов биоцидных химических веществ для борьбы с биоповреждениями является

целесообразным. Одним из видов биоцидных химических препаратов являются добавки на основе гуанидина, которые выпускаются под маркой «Тефлекс» [13–18].

Однако, как известно из отечественной и мировой практики, полимербетоны, используемые для изготовления защитных покрытий должны обладать рядом физико-механических и эксплуатационных свойств (высокой прочностью, малой проницаемостью и т.д.). Поэтому важно добиться того, чтобы введение биоцидного препарата не способствовало ухудшению других свойств [19–25].

Известно, что для обеспечения отверждения эпоксидных смол при их нанесении на влажную поверхность и при отрицательных температурах предложен аминифенольный отвердитель [5; 24–25]. Одной из важнейших характеристик строительных композитов является их прочностные свойства, поэтому были определены зависимости изменения прочности на сжатие и при изгибе составов на основе эпоксидной смолы, аминифенольного отвердителя и тонкомолотым порошком известняка, являющегося полезным ископаемым Республики Мордовия.

В этой связи было исследовано совместное влияние наполнителя, а также препаратов на основе гуанидина на прочностные характеристики композитов на основе смолы ЭД-20 и отвердителя АФ-2.

Были проведены сравнительные испытания ненаполненных образцов и образцов, содержащих от 25 до 300 мас. ч. наполнителя на 100 мас. ч. смолы, т.е. были исследованы как малонаполненные составы, так и традиционные полимербетоны. Кроме того, сравнительным испытаниям подвергались бездобавочные материалы и составы, содержащие биоцидные добавки в концентрациях 5 и 10 мас. ч. на 100 мас. ч. эпоксидной смолы (см. рис. 1, 2).

На первом этапе проводилось исследование прочностных характеристик образцов. Так, при испытании композитов на сжатие было установлено повышение их прочности при введении наполнителя в количестве от 25 до 200 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. При повышении степени наполнения до 300 мас. ч. прочностные показатели оказывались ниже, чем у ненаполненных составов. А при испытании тех же составов на изгиб повышение прочностных показателей наблюдается при увеличении степени – т.е. от 25 до 300 мас. ч. наполнителя на 100 мас. ч. смолы.

Максимальные прочностные показатели отмечены у составов, наполненных, тонкомолотым порошком известняка, при сжатии в количестве 50 и 100 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы, а при изгибе – 100 и 200 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Данные составы оказались прочнее контрольных ненаполненных образцов на величину около 18 и 24% соответственно (см. рис. 1, 2).

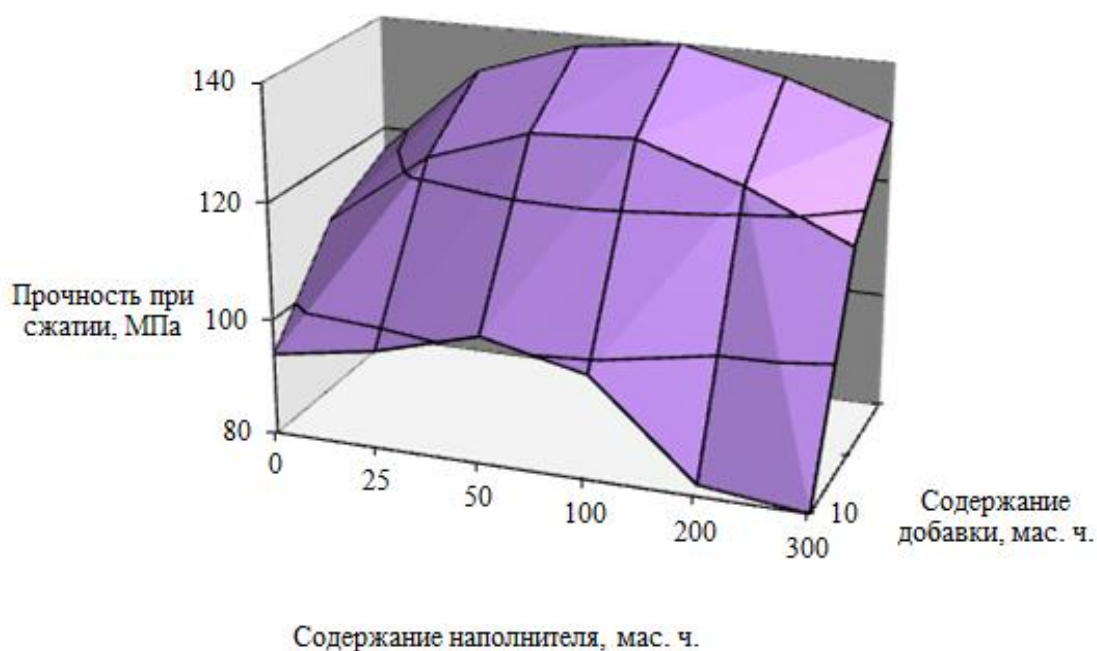


Рис. 1. Зависимость изменения предела прочности при сжатии полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком известняка, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

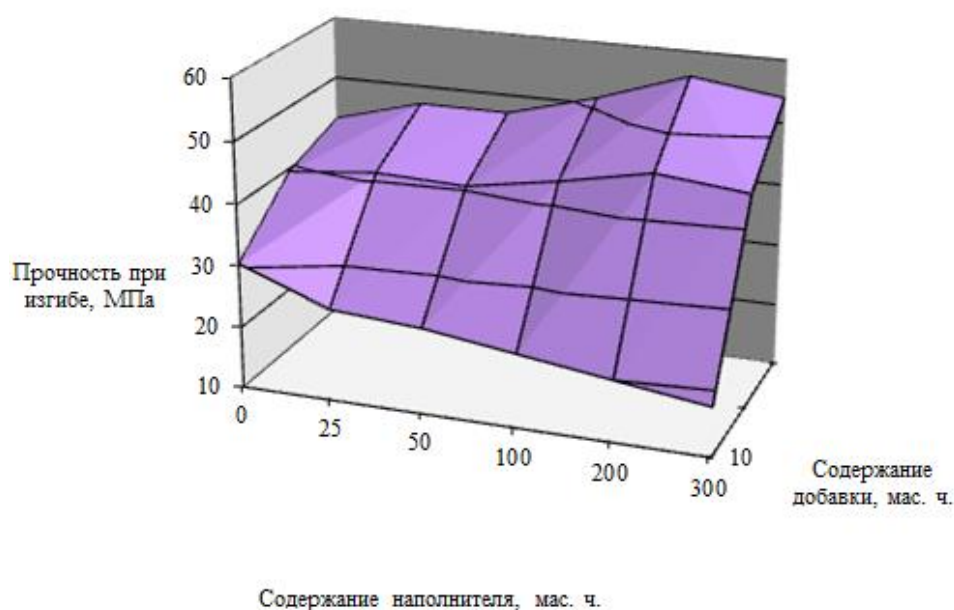


Рис. 2. Зависимость изменения предела прочности при изгибе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком известняка, от степени заполнения и содержания добавки «Тефлекс».

При исследовании средней плотности композитов установлено, что более плотная структура полимерных композитов получена при повышении содержания тонкомолотого порошка известняка (см. рис. 3).

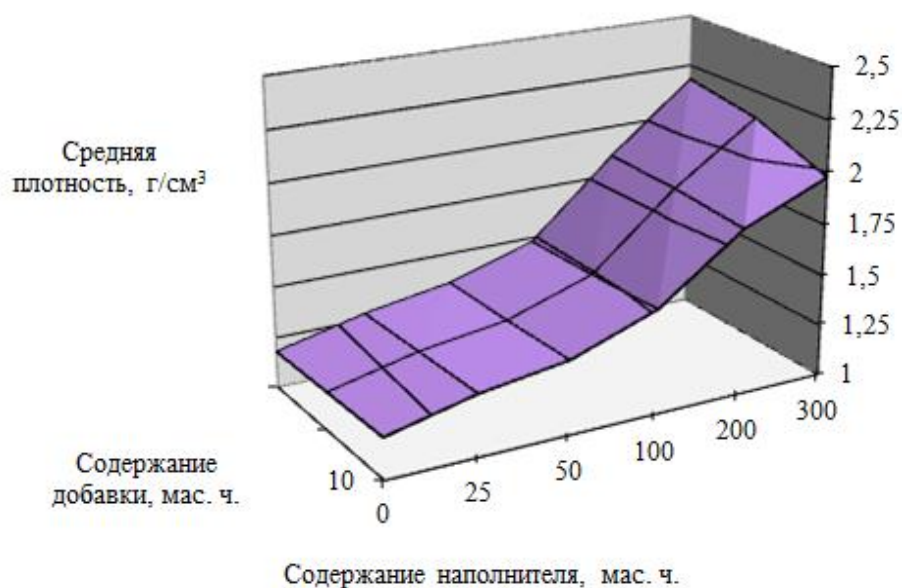


Рис. 3. Зависимость изменения средней плотности полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминофенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком известняка, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

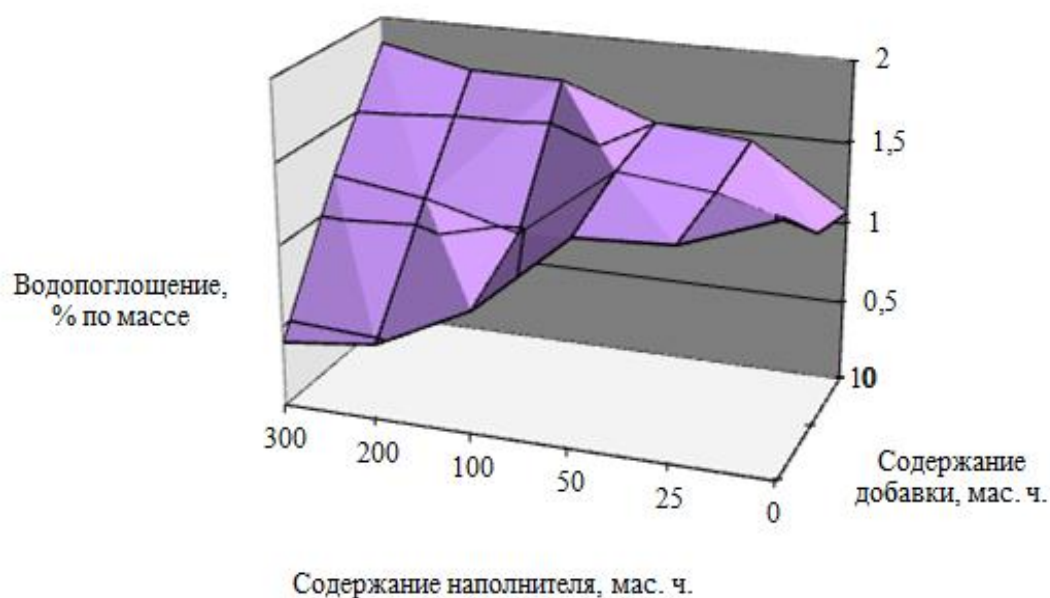


Рис. 4. Зависимость изменения водопоглощения полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминофенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком известняка, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

При исследовании коррозионной стойкости композитов в качестве агрессивной среды рассмотрена вода, нагретая до 80 °С. Это обусловлено тем, что вода – универсальная агрессивная среда для полимербетонов. На рис. 4 приведены зависимости изменения водопоглощения и коэффициента водостойкости наполненных и ненаполненных составов

эпоксидных композитов. В ряде случаев введение биоцидной добавки «Тефлекс» способствует снижению водопоглощения и повышению водостойкости составов.

Таким образом, нами были изготовлены полимерные композиты, наполненные тонкомолотым порошком известняка и содержащие модифицирующую добавку «Тефлекс». Полученные материалы обладают повышенной долговечностью в условиях воздействия микробиологических агрессивных сред, а также улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев В. Т., Волгина Е. В., Казначеев С. В. и др. Оптимизация содержания компонентов винилэфирных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 22–31.
2. Волгина Е. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т., Кретьева В. М. Деформативность винилэфирных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – № 6 (45). – С. 82–90.
3. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Кондакова И. Э. и др. Биостойкость эпоксидных полимербетонов, модифицированных каменноугольной смолой // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 7-2. – С. 310–325.
4. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Кретьева В. М. и др. Оптимизация содержания диоктилфталата в качестве пластификатора в эпоксидных композитах // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 253–257.
5. Лазарев А. В., Худяков В. А., Казначеев С. В. и др. Влияние вида наполнителя на деформативность эпоксидных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013. – № 3 (48). – С. 176–179.
6. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. изделий / Патент 2461533 Российская Федерация, МПК C04B41/68, C1. – № 2011116017/03; заявл. 22.04.11; опубл. 20.09.2012. – Бюл. № 26.
7. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. Полимерная композиция / Патент 2462488 Российская Федерация, МПК C08L63/00 (C08K5/13), C1. – № 2011112285/05; заявл. 30.03.11; опубл. 27.09.2012. – Бюл. № 27.
8. Ерофеев В. Т., Богатова С. Н., Богатов А. Д. и др. Биостойкие строительные композиты каркасной структуры на смешанных вяжущих // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 32–38.

9. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Светлов Д. А. и др. Защита зданий и сооружений от биоповреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина. – СПб.: Наука, 2010. – 192 с.
10. Родин А. И. Разработка биоцидных цемента и композитов на их основе: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Саранск, 2013. – 24 с.
11. Ерофеев В. Т., Родин А. И. Биостойкость декоративных цементных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 3. – С. 32–38.
12. Ерофеев В. Т., Сураева Е. Н., Богатов А. Д. и др. Сухие строительные смеси, модифицированные биоцидной добавкой // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 93–100.
13. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Влияние модифицирующих добавок на стойкость цементных композитов в условиях воздействия модельной бактериальной среды // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 103–107.
14. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Исследование стойкости цементных композитов, модифицированных биоцидными препаратами на основе гуанидина, в модельной среде мицелиальных грибов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. – 2012. – № 1 (20). – Режим доступа: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=792>.
15. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Биоцидные гипсовые композиты с добавками, содержащими соединения гуанидина // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 108–113.
16. Светлов Д. А., Спирин В. А., Казначеев С. В. и др. Физико-технические свойства цементных композитов с биоцидной добавкой // Транспортное строительство. – 2008. – № 2. – С. 21–23.
17. Барашкина А. В., Казначеев С. В., Мокейкина Е. В. Влияние биоцидного препарата «Тефлекс» на свойства строительных композитов на основе эпоксидной смолы [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-biocidnogo-preparata-tefleks-na-svojjstva-stroitelnykh-kompozitov-na-osnove-ehpoksidnojj-smoly>.
18. Казначеев С. В., Пьянзина М. Д., Строкина Н. А. Строительные композиты на основе неорганических вяжущих, модифицированные биоцидным препаратом «Тефлекс индустриальный» [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/stroitelnye-kompozity-na-osnove-neorganicheskikh-vyazhushhikh-modificirovannye-biocidnym-preparatom-tefleks-industrialnyjj>.

19. Земсков С. М., Казначеев С. В., Морозова А. Н. Биологическая коррозия полимерсодержащих строительных материалов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/biologicheskaya-korroziya-polimersoderzhashhikh-stroitelnykh-materialov>.
20. Добрынкин С. В., Ерофеев В. Т., Задумин А. В. Влияние компонентов винилэфирных композитов на показатели сжимаемости [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-komponentov-vinilehfirnykh-kompozitov-na-pokazateli-szhimaemosti>.
21. Вильдяев Д. В., Ерофеев В. Т., Трemasов В. В. Влияние содержания компонентов на прочностные показатели винилэфирных композитов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-soderzhaniya-komponentov-na-prochnostnye-pokazateli-vinilehfirnykh-kompozitov>.
22. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Физико-механические свойства и биостойкость цемента, модифицированных серноокислым натрием, фтористым натрием и полигексаметиленгуанидин стеаратом // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2012. – Вып. 7. – Ч. 2. – С. 292–309.
23. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Биоцидный портландцемент с улучшенными физико-механическими свойствами // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 81–92.
24. Ерофеев В. Т., Лазарев А. В., Богатов А. Д. и др. Оптимизация составов биостойких эпоксидных композитов, отверждаемых аминами фенольным отвердителем // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 4 (26). – С. 218–227.
25. Лазарев А. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т. и др. Оптимизация составов наполненных эпоксидных композитов по прочностным показателям // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 235–239.

МАШТАЕВА М. Г.

**ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ НАПОЛНЕНИЯ ТОНКОМОЛОТЫМ ПОРОШКОМ
КЕРАМЗИТА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ
КОМПОЗИТОВ С БИОЦИДНОЙ ДОБАВКОЙ**

Аннотация. Были проведены эксперименты для определения влияния степени наполнения тонкомолотым порошком керамзита на физико-механические свойства полимерных композитов с биоцидной добавкой «Тефлекс». Это позволило изготовить образцы с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

Ключевые слова: полимерный композит, керамзит, биоцидная добавка, прочность, физико-механические свойства.

MASHTAYEVA M. G.

**THE EFFECT OF EXPANDED CLAY FINE POWDER FILLING RATE
ON PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF POLYMERIC COMPOSITES
WITH BIOCIDAL ADDITIVE**

Abstract. A number of tests were done to study the effect of the expanded clay fine powder filling rate on the physicommechanical properties of polymeric composites with Teflex biocidal additive. As a result, polymeric composite samples with improved physicommechanical and operational properties were made.

Keywords: polymeric composite, expanded clay, biocidal additive, durability, physicommechanical properties.

Современное строительное материаловедение сопровождается разработкой совершенных материалов, изделий и конструкций. Примером работ являются мероприятия по улучшению свойств бетонов с помощью полимеров. В частности, получающие все большее распространение полимербетоны относятся к конструкционным материалам подобного типа. К числу наиболее часто и широко применяемых полимерных связующих, применяемых для изготовления данных композитов относятся эпоксидные, полиэфирные и другие смолы. Важным является то, что с помощью регулирования состава можно добиться требуемых физико-механических и эксплуатационных свойств [1–10].

Однако различные воздействия внешней среды (климатические, химические и биологические) могут ухудшить требуемые показатели полимербетонов. Так, установлено, что действие микробиологических агрессивных сред наносит заметный ущерб компонентам строительных материалов, что приводит к деструкции и разрушению самого композита (в том числе на основе полимерных связующих), а затем и всей конструкции в целом [11–15].

Наиболее эффективным методом борьбы с деградацией строительных материалов, вызванной действием биологических сред, посредством повышения их сопротивления являются биоцидные химические препараты, в частности, добавки на основе гуанидина, выпускаемые под маркой «Тефлекс» [16–21].

Из отечественной и мировой практики следует, что полимербетоны должны обладать набором требуемых физико-механических и эксплуатационных свойств (высокой прочностью, малой проницаемостью и т.д.). В этой связи необходимо, чтобы введение биоцидного препарата (в том числе препаратов «Тефлекс») не способствовало ухудшению других требуемых показателей – физико-механических и эксплуатационных свойств [22–25].

В последнее время для обеспечения отверждения эпоксидных смол при их нанесении на влажную поверхность и при отрицательных температурах предложен аминифенольный отвердитель, применяемый и в нашей работе [5; 22–23].

При проведении эксперимента нами было исследовано совместное влияние наполнителя-тонкомолотого порошка керамзита, а также препарата «Тефлекс» на прочностные характеристики строительных композитов на основе смолы ЭД-20 и отвердителя АФ-2.

Были проведены сравнительные испытания ненаполненных образцов и образцов, содержащих от 25 до 300 мас. ч. наполнителя на 100 мас. ч. эпоксидной смолы, т.е. были исследованы как малонаполненные составы, так и традиционные полимербетоны. Кроме того, сравнительным испытаниям подверглись бездобавочные материалы и составы, содержащие биоцидные добавки в концентрациях 5 и 10 мас. ч. на 100 мас. ч. эпоксидной смолы (см. рис. 1, 2).

Так как одной из важнейших характеристик строительных композитов является их прочностные свойства, были определены зависимости изменения прочности на сжатие и при изгибе составов на основе эпоксидной смолы, аминифенольного отвердителя и тонкомолотого порошка керамзита, который является одним из традиционных наполнителей для изготовления бетонов.

На первом этапе эксперимента проводилось исследование прочностных характеристик изготовленных образцов. При испытании композитов на сжатие было установлено повышение их прочности при введении тонкомолотого порошка керамзита в количестве от 25 до 200 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. При повышении степени наполнения до 300 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы прочностные показатели оказались несколько меньше, чем у менее наполненных, но выше, чем у ненаполненных составов. А при испытании составов на изгиб повышение прочностных показателей наблюдается при увеличении до 200 мас. ч. тонкомолотого порошка керамзита на 100 мас. ч. смолы.

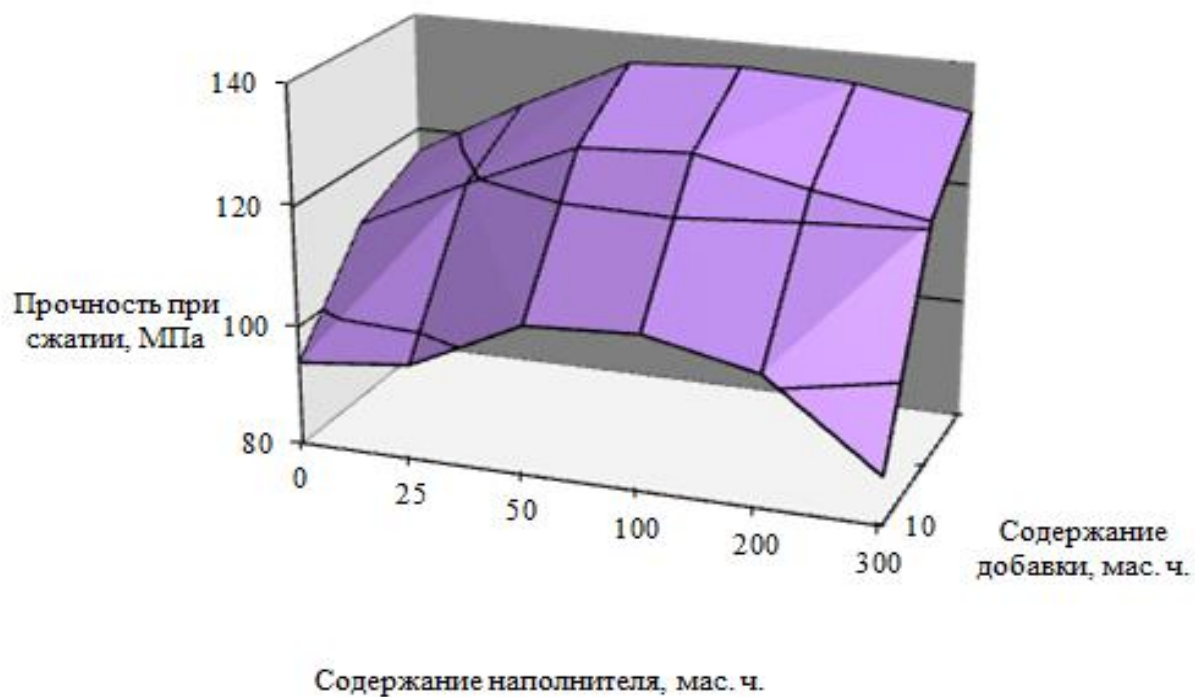


Рис. 1. Зависимость изменения предела прочности при сжатии полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком керамзита, от степени наполнения и содержания добавки.

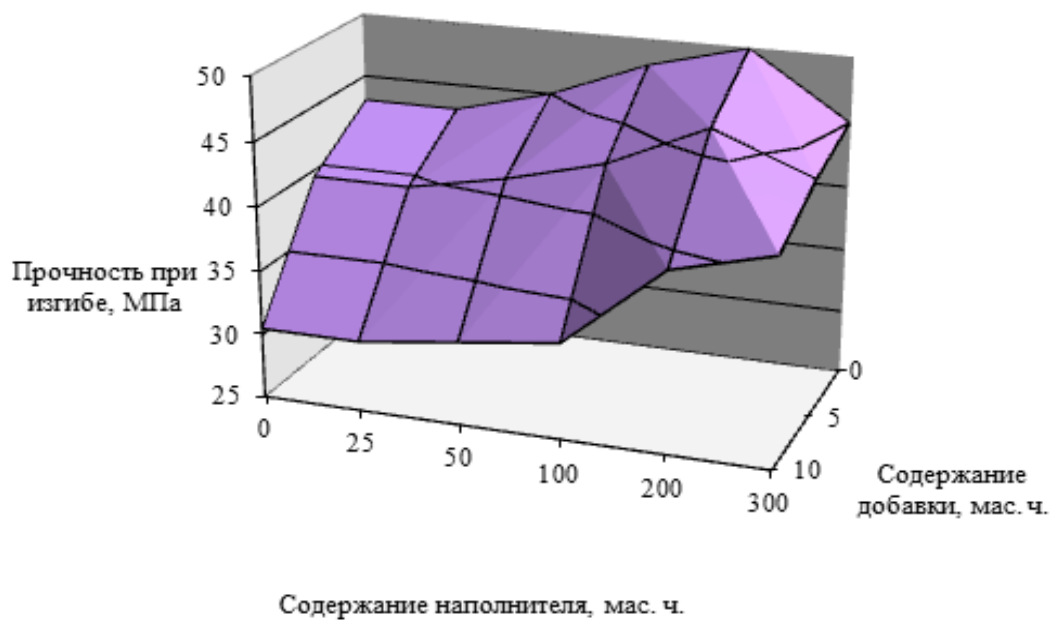


Рис. 2. Зависимость изменения предела прочности при изгибе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком керамзита, от степени наполнения и содержания добавки.

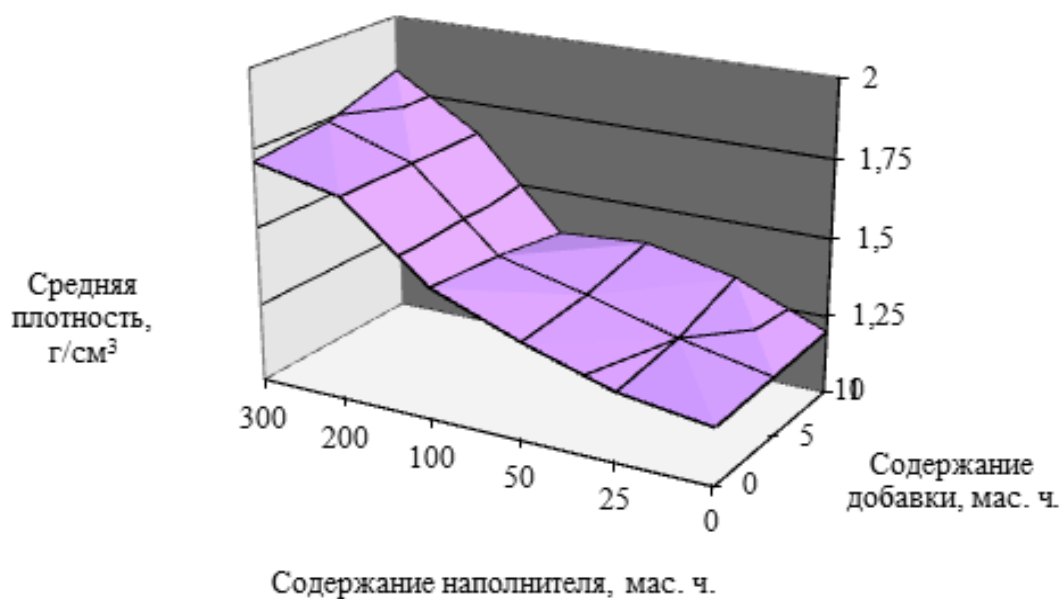


Рис. 3. Зависимость изменения средней плотности полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминофенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком известняка, от степени наполнения и содержания добавки.

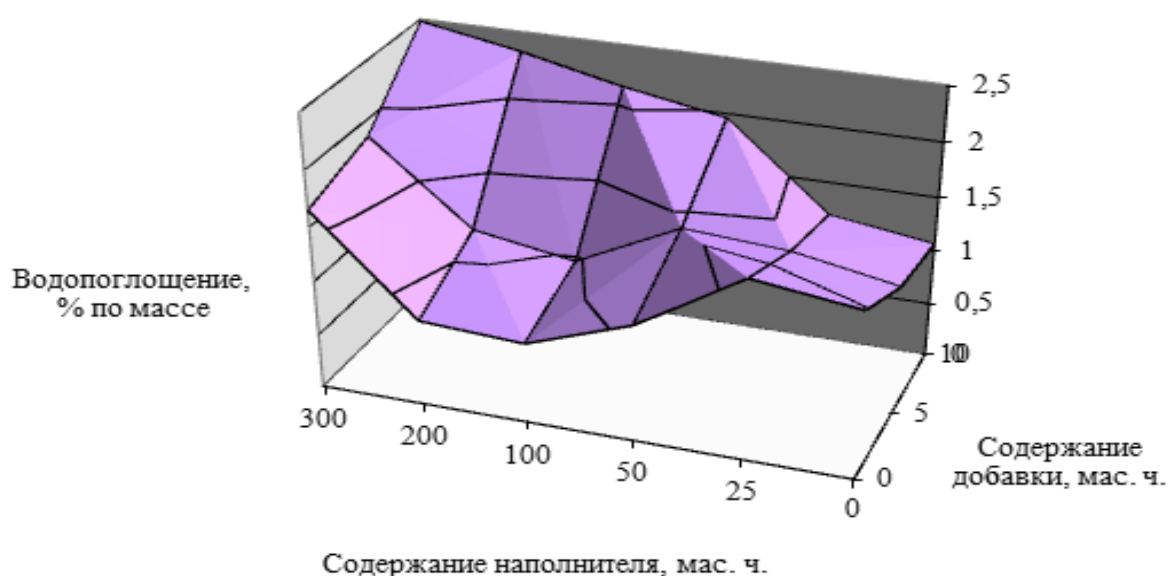


Рис. 4. Зависимость изменения водопоглощения по массе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминофенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком керамзита, от степени наполнения и содержания добавки.

Максимальные прочностные показатели отмечены у составов, наполненных, тонкомолотым порошком керамзита, при сжатии в количестве 50 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы, а при изгибе – 200 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Данные составы оказались прочнее

контрольных ненаполненных образцов на величину более 20% (см. рис. 1, 2). Это является достаточно значительным показателем, демонстрирующим возможность снижения стоимости и повышения качества изделия.

На втором этапе были исследованы процессы изменения структуры композитов. При исследовании их плотности было установлено, что более плотная структура получена при повышении содержания тонкомолотого порошка керамзита (200-300 мас. ч. белого цемента на 100 мас. ч. смолы) (см. рис. 3).

При исследовании коррозионной стойкости композитов в качестве агрессивной среды рассмотрена вода, которая является универсальной агрессивной средой для полимербетонов. На рис. 4 приведены зависимости изменения водопоглощения и коэффициента водостойкости ненаполненных составов и составов, наполненных тонкомолотым порошком керамзита. В ряде случаев введение биоцидной добавки «Тефлекс» способствует снижению водопоглощения и повышению водостойкости эпоксидных составов.

Таким образом, при реализации эксперимента нами были изготовлены полимерные композиты, наполненные тонкомолотым порошком керамзита и содержащие модифицирующую добавку «Тефлекс». Полученные материалы обладают улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, а также повышенной долговечностью в условиях воздействия агрессивных сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев В. Т., Волгина Е. В., Казначеев С. В. и др. Оптимизация содержания компонентов винилэфирных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 22–31.
2. Волгина Е. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т., Кретова В. М. Деформативность винилэфирных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – № 6 (45). – С. 82–90.
3. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Кондакова И. Э. и др. Биостойкость эпоксидных полимербетонов, модифицированных каменноугольной смолой // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 7-2. – С. 310–325.
4. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Кретова В. М. и др. Оптимизация содержания диоктилфталата в качестве пластификатора в эпоксидных композитах // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 253–257.

5. Лазарев А. В., Худяков В. А., Казначеев С. В. и др. Влияние вида наполнителя на деформативность эпоксидных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013. – № 3 (48). – С. 176–179.
6. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. изделий / Патент 2461533 Российская Федерация, МПК C04B41/68, C1. – № 2011116017/03; заявл. 22.04.11; опубл. 20.09.2012. – Бюл. № 26.
7. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. Полимерная композиция / Патент 2462488 Российская Федерация, МПК C08L63/00 (C08K5/13), C1. – № 2011112285/05; заявл. 30.03.11; опубл. 27.09.2012. – Бюл. № 27.
8. Земсков С. М., Казначеев С. В., Морозова А. Н. Биологическая коррозия полимерсодержащих строительных материалов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/biologicheskaya-korroziya-polimersoderzhashhikh-stroitelnykh-materialov>.
9. Добрынкин С. В., Ерофеев В. Т., Задумин А. В. Влияние компонентов винилэфирных композитов на показатели сжимаемости [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-komponentov-vinilefirnykh-kompozitov-na-pokazateli-szhimaemosti>.
10. Вильдяев Д. В., Ерофеев В. Т., Тремасов В. В. Влияние содержания компонентов на прочностные показатели винилэфирных композитов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-soderzhaniya-komponentov-na-prochnostnye-pokazateli-vinilefirnykh-kompozitov>.
11. Ерофеев В. Т., Богатова С. Н., Богатов А. Д. и др. Биостойкие строительные композиты каркасной структуры на смешанных вяжущих // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 32–38.
12. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Светлов Д. А. и др. Защита зданий и сооружений от биоповреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина. – СПб.: Наука, 2010. – 192 с.
13. Родин А. И. Разработка биоцидных цементов и композитов на их основе: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Саранск, 2013. – 24 с.
14. Ерофеев В. Т., Родин А. И. Биостойкость декоративных цементных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 3. – С. 32–38.

15. Ерофеев В. Т., Сураева Е. Н., Богатов А. Д. и др. Сухие строительные смеси, модифицированные биоцидной добавкой // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 93–100.
16. Барашкина А. В., Казначеев С. В., Мокейкина Е. В. Влияние биоцидного препарата «Тефлекс» на свойства строительных композитов на основе эпоксидной смолы [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-biocidnogo-preparata-tefleks-na-svojjstva-stroitelnykh-kompozitov-na-osnove-ehpoksidnojj-smoly>.
17. Казначеев С. В., Пьянзина М. Д., Строкина Н. А. Строительные композиты на основе неорганических вяжущих, модифицированные биоцидным препаратом «Тефлекс индустриальный» [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/stroitelnye-kompozity-na-osnove-neorganicheskikh-vyazhushhikh-modificirovannye-biocidnym-preparatom-tefleks-industrialnyjj>.
18. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Влияние модифицирующих добавок на стойкость цементных композитов в условиях воздействия модельной бактериальной среды // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 103–107.
19. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Исследование стойкости цементных композитов, модифицированных биоцидными препаратами на основе гуанидина, в модельной среде мицелиальных грибов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. – 2012. – № 1 (20). – Режим доступа: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articulo=792>.
20. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Биоцидные гипсовые композиты с добавками, содержащими соединения гуанидина // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 108–113.
21. Светлов Д. А., Спирин В. А., Казначеев С. В. и др. Физико-технические свойства цементных композитов с биоцидной добавкой // Транспортное строительство. – 2008. – № 2. – С. 21–23.
22. Ерофеев В. Т., Лазарев А. В., Богатов А. Д. и др. Оптимизация составов биостойких эпоксидных композитов, отверждаемых аминифенольным отвердителем // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 4 (26). – С. 218–227.
23. Лазарев А. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т. и др. Оптимизация составов наполненных эпоксидных композитов по прочностным показателям // Известия Юго-

Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 235–239.

24. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Физико-механические свойства и биостойкость цементов, модифицированных сернокислым натрием, фтористым натрием и полигексаметиленгуанидин стеаратом // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2012. – № 7-2. – С. 292–309.

25. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Биоцидный портландцемент с улучшенными физико-механическими свойствами // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 81–92.

СЕДОЙКИН А. Г.

**ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ
КОМПОЗИТОВ ОТ СТЕПЕНИ НАПОЛНЕНИЯ БЕЛЫМ ЦЕМЕНТОМ**

Аннотация. При проведении эксперимента были изготовлены полимерные композиты, наполненные белым цементом и содержащие биоцидные добавки «Тефлекс». Это позволило улучшить физико-механические и эксплуатационные свойства полимерных композитов, а также их долговечность в условиях воздействия агрессивных сред.

Ключевые слова: полимерный композит, белый цемент, биоцидная добавка, прочность, физико-механические свойства.

SEDOYKIN A. G.

**CHANGING OF PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES
OF WHITE CEMENT POLYMERIC COMPOSITES
DEPENDING ON THEIR FILLING RATE**

Abstract. Sample polymeric composites filled with white cement and containing Teflex biocidal additives were made. The samples demonstrated improved physicommechanical and operational properties as well as increased durability in hostile environment.

Keywords: polymeric composite, white cement, biocidal additive, durability, physicommechanical properties.

В современной отечественной и мировой практике строительства эпоксидные композиты по сравнению с другими полимерными материалами находят все большее применение. Они используются в широкой сфере строительных, ремонтных и других работ, что требует от них различных физико-механических и эксплуатационных характеристик, которых можно добиться с помощью регулирования состава [1–7].

Следует отметить, что воздействие различных факторов (климатических, химических и биологических) может ухудшить требуемые показатели. В строительстве действие биологических агрессивных сред наносит заметный ущерб из-за своего разрушительного воздействия на компоненты строительных материалов, что, в свою очередь, приводит к деструкции и разрушению самого композита (в том числе на основе полимерных связующих), а затем и всей конструкции в целом [8–12].

Одним из эффективных методов борьбы с деградацией строительных материалов, вызванных действием биологических сред, и повышения их сопротивления являются биозащитные препараты, применяемые для введения в состав композиционных материалов. Одним из видов биоцидных химических препаратов являются добавки на основе гуанидина,

которые выпускаются под маркой «Тефлекс» [13–18].

Однако, как известно из отечественной и мировой практики, полимербетоны, используемые для изготовления защитных покрытий должны обладать рядом физико-механических и эксплуатационных свойств (высокой прочностью, малой проницаемостью и т.д.). Поэтому важно добиться того, чтобы введение различных компонентов, в том числе биоцидного препарата, не приводило к ухудшению других свойств [19–25].

Известно, что для обеспечения отверждения эпоксидных смол при их нанесении на влажную поверхность и при отрицательных температурах предложен аминофенольный отвердитель [5; 21; 22]. Одной из важнейших характеристик строительных композитов является прочность, поэтому были определены зависимости ее изменения на сжатие и при изгибе составов на основе эпоксидной смолы, аминофенольного отвердителя и белого цемента, который является одним из традиционных наполнителей для изготовления декоративных защитных покрытий.

Нами было исследовано совместное влияние белого цемента и препаратов «Тефлекс» на прочностные характеристики строительных композитов на основе смолы ЭД-20 и отвердителя АФ-2.

В ходе реализации эксперимента были проведены сравнительные испытания ненаполненных образцов и образцов, содержащих от 25 до 300 мас. ч. наполнителя на 100 мас. ч. смолы, т.е. были исследованы как малонаполненные составы, так и традиционные полимербетоны. Кроме того, сравнительным испытаниям подвергались бездобавочные материалы и составы, содержащие биоцидные добавки в концентрациях 5 и 10 мас. ч. на 100 мас. ч. эпоксидной смолы (см. рис. 1, 2).

На первом этапе проводилось исследование прочностных характеристик образцов. Так, при испытании композитов на сжатие было установлено повышение их прочности при введении белого цемента в количестве от 25 до 100 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. При повышении степени наполнения до 300 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы прочностные показатели оказались ниже, чем у ненаполненных составов. А при испытании тех же составов на изгиб повышение прочностных показателей наблюдается при увеличении до 200 мас. ч. наполнителя на 100 мас. ч. смолы.

Максимальные прочностные показатели отмечены у составов, наполненных белым цементом, при сжатии в количестве 100 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы, а при изгибе – 200 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Данные составы оказались прочнее контрольных ненаполненных образцов на величину до 22 и 30% соответственно, что является достаточно значительным показателем (см. рис. 1, 2).

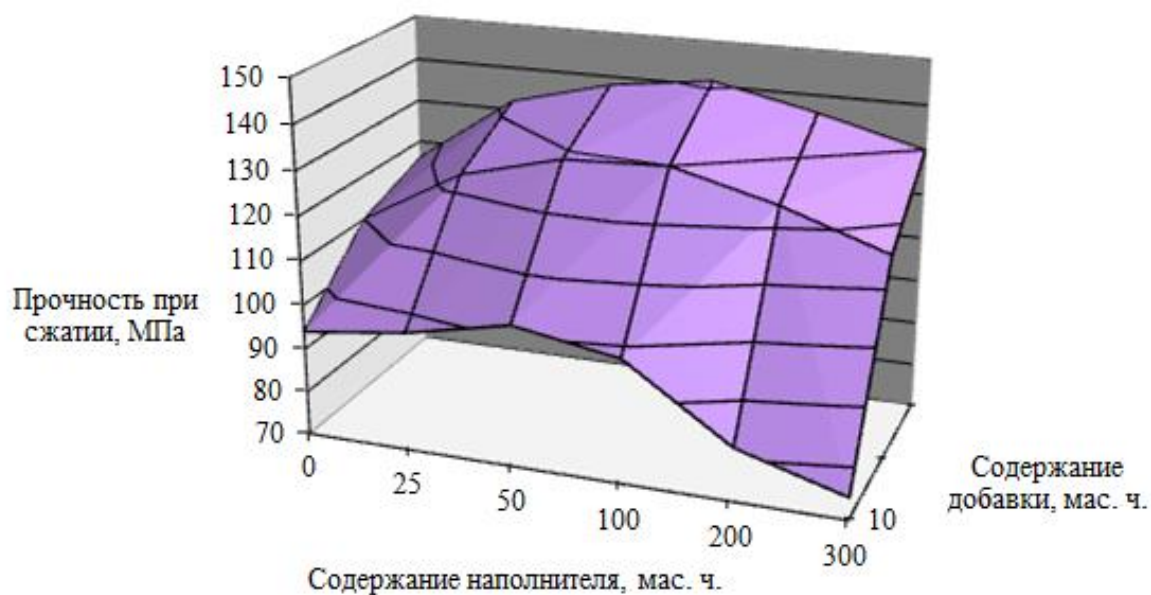


Рис. 1. Зависимость изменения предела прочности при сжатии полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных белым цементом, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

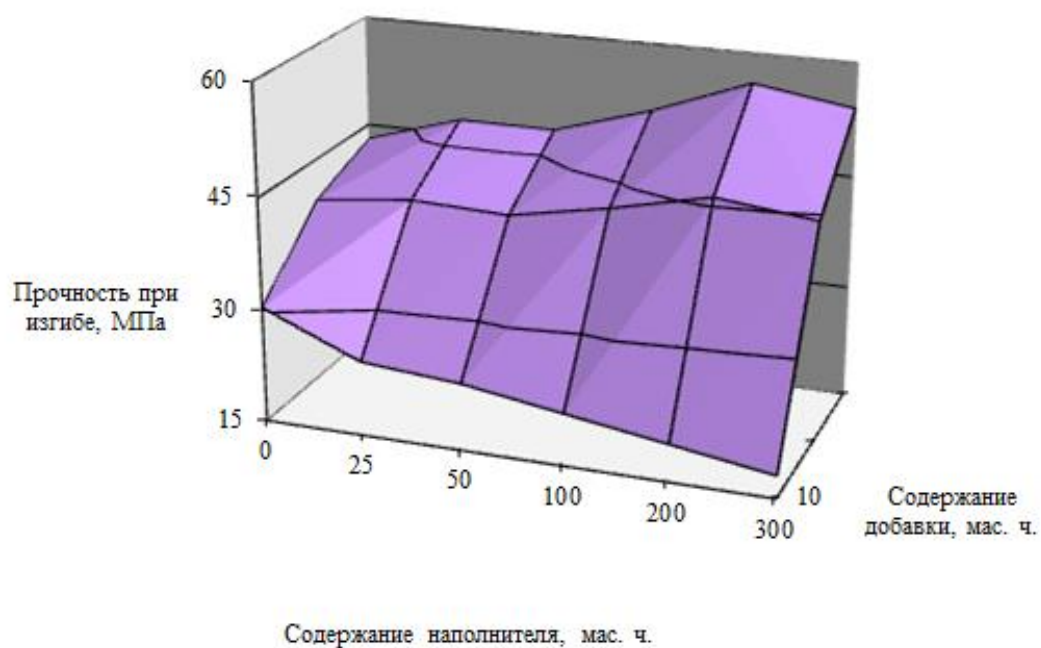


Рис. 2. Зависимость изменения предела прочности при изгибе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных белым цементом, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

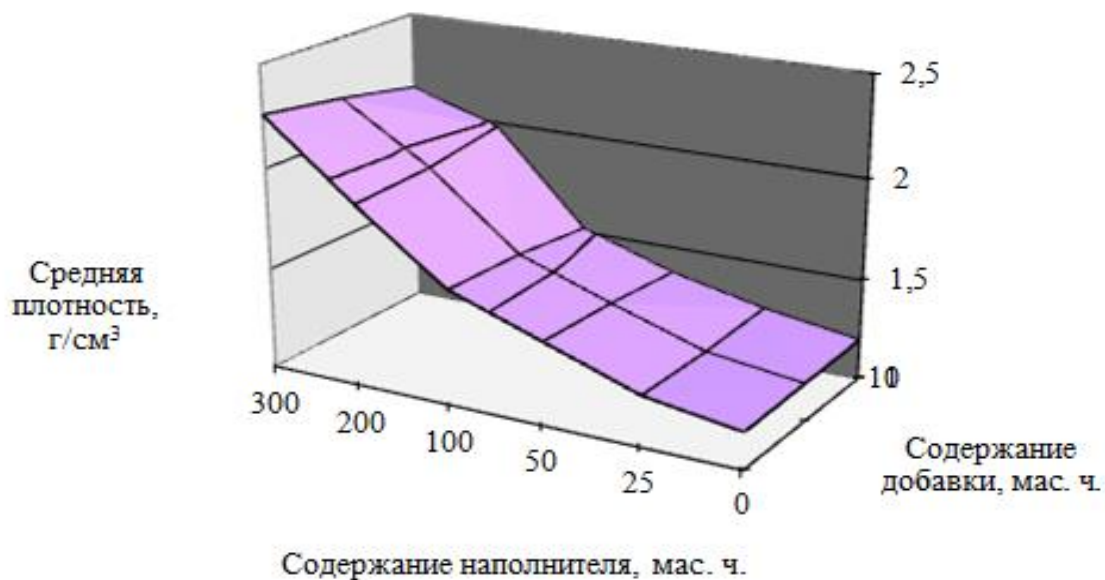


Рис. 3. Зависимость изменения средней плотности полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных белым цементом, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

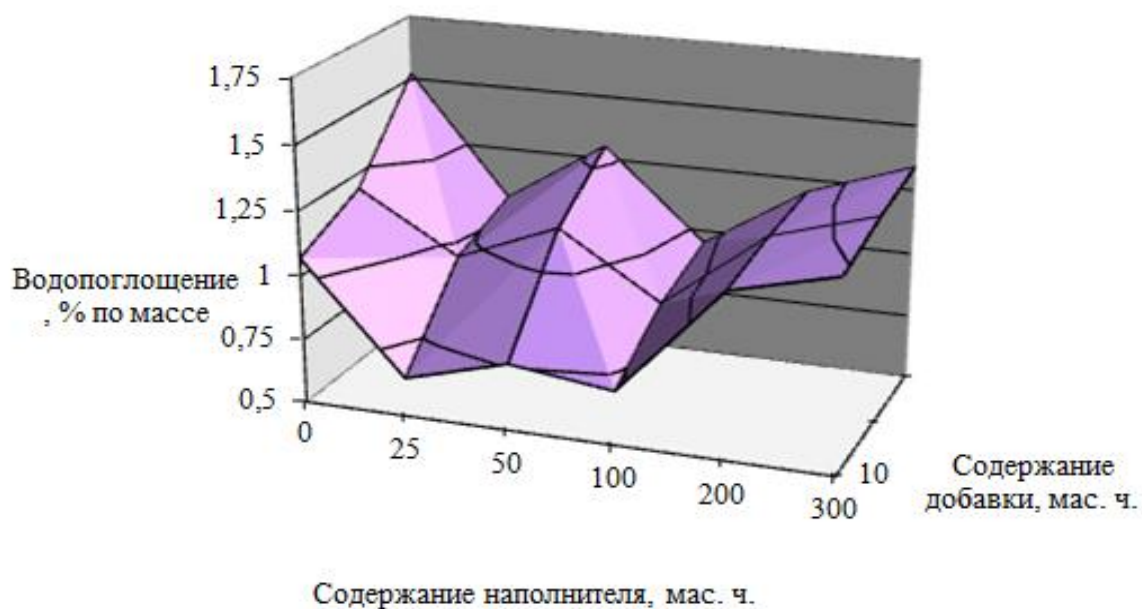


Рис. 4. Зависимость изменения водопоглощения полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных белым цементом, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

На втором этапе были исследованы процессы изменения структуры композитов. При исследовании плотности композитов установлено, что более плотная структура получена при повышении содержания наполнителя (200-300 мас. ч. белого цемента на 100 мас. ч. смолы) (см. рис. 3). При исследовании коррозионной стойкости композитов в качестве агрессивной среды рассмотрена вода, что обусловлено тем, что это универсальная агрессивная среда для полимербетонов. На рис. 4 приведены зависимости изменения водопоглощения и коэффициента водостойкости наполненных и ненаполненных составов эпоксидных композитов. В ряде случаев введение биоцидной добавки «Тефлекс» способствует снижению водопоглощения и повышению водостойкости составов, наполненных белым цементом.

Таким образом, при реализации эксперимента нами были изготовлены полимерные композиты, наполненные белым цементом и содержащие модифицирующую добавку «Тефлекс». Полученные материалы обладают улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, а также повышенной долговечностью в условиях воздействия агрессивных сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев В. Т., Волгина Е. В., Казначеев С. В. и др. Оптимизация содержания компонентов винилэфирных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 22–31.
2. Волгина Е. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т., Кретьева В. М. Деформативность винилэфирных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – № 6 (45). – С. 82–90.
3. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Кондакова И. Э. и др. Биостойкость эпоксидных полимербетонов, модифицированных каменноугольной смолой // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 7-2. – С. 310–325.
4. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Кретьева В. М. и др. Оптимизация содержания диоктилфталата в качестве пластификатора в эпоксидных композитах // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 253–257.
5. Лазарев А. В., Худяков В. А., Казначеев С. В. и др. Влияние вида наполнителя на деформативность эпоксидных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013. – № 3 (48). – С. 176–179.
6. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. изделий / Патент 2461533 Российская Федерация, МПК C04B41/68, C1. – № 2011116017/03; заявл. 22.04.11; опубл. 20.09.2012. – Бюл. № 26.

7. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. Полимерная композиция / Патент 2462488 Российская Федерация, МПК C08L63/00 (C08K5/13), C1. – № 2011112285/05; заявл. 30.03.11; опубл. 27.09.2012. – Бюл. № 27.
8. Ерофеев В. Т., Богатова С. Н., Богатов А. Д. и др. Биостойкие строительные композиты каркасной структуры на смешанных вяжущих // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 32–38.
9. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Светлов Д. А. и др. Защита зданий и сооружений от биоповреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина. – СПб.: Наука, 2010. – 192 с.
10. Барашкина А. В., Казначеев С. В., Мокейкина Е. В. Влияние биоцидного препарата «Тефлекс» на свойства строительных композитов на основе эпоксидной смолы [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-biocidnogo-preparata-tefleks-na-svojjstva-stroitelnykh-kompozitov-na-osnove-ehpoksidnojj-smoly>.
11. Казначеев С. В., Пьянзина М. Д., Строкина Н. А. Строительные композиты на основе неорганических вяжущих, модифицированные биоцидным препаратом «Тефлекс индустриальный» [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/stroitelnye-kompozity-na-osnove-neorganicheskikh-vyazhushhikh-modificirovannye-biocidnym-preparatom-tefleks-industrialnyjj>.
12. Родин А. И. Разработка биоцидных цементов и композитов на их основе: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Саранск, 2013. – 24 с.
13. Ерофеев В. Т., Родин А. И. Биостойкость декоративных цементных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 3. – С. 32–38.
14. Ерофеев В. Т., Сураева Е. Н., Богатов А. Д. и др. Сухие строительные смеси, модифицированные биоцидной добавкой // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 93–100.
15. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Влияние модифицирующих добавок на стойкость цементных композитов в условиях воздействия модельной бактериальной среды // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 103–107.
16. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Исследование стойкости цементных композитов, модифицированных биоцидными препаратами на основе гуанидина, в модельной среде мицелиальных грибов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. – 2012. – № 1 (20). – Режим доступа: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=792>.

17. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Биоцидные гипсовые композиты с добавками, содержащими соединения гуанидина // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 108–113.
18. Светлов Д. А., Спирин В. А., Казначеев С. В. и др. Физико-технические свойства цементных композитов с биоцидной добавкой // Транспортное строительство. – 2008. – № 2. – С. 21–23.
19. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Физико-механические свойства и биостойкость цементов, модифицированных серноокислым натрием, фтористым натрием и полигексаметиленгуанидин стеаратом // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2012. – № 7-2. – С. 292–309.
20. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Биоцидный портландцемент с улучшенными физико-механическими свойствами // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 81–92.
21. Ерофеев В. Т., Лазарев А. В., Богатов А. Д. и др. Оптимизация составов биостойких эпоксидных композитов, отверждаемых аминифенольным отвердителем // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 4 (26). – С. 218–227.
22. Лазарев А. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т. и др. Оптимизация составов наполненных эпоксидных композитов по прочностным показателям // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 235–239.
23. Земсков С. М., Казначеев С. В., Морозова А. Н. Биологическая коррозия полимерсодержащих строительных материалов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/biologicheskaya-korroziya-polimersoderzhashhikh-stroitelnykh-materialov>.
24. Добрынкин С. В., Ерофеев В. Т., Задумин А. В. Влияние компонентов винилэфирных композитов на показатели сжимаемости [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-komponentov-vinilefirnykh-kompozitov-na-pokazateli-szhimaemosti>.
25. Вильдяев Д. В., Ерофеев В. Т., Тремасов В. В. Влияние содержания компонентов на прочностные показатели винилэфирных композитов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-soderzhaniya-komponentov-na-prochnostnye-pokazateli-vinilefirnykh-kompozitov>.

ТРОЕЛЬНИКОВ А. А.
СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ,
НАПОЛНЕННЫХ ТОНКОМОЛОТЫМ ПОРОШКОМ ГРАНИТА
И СОДЕРЖАЩИХ БИОЦИДНУЮ ДОБАВКУ

Аннотация. Для установления совместного влияния на свойства полимерных композитов вида наполнителя и добавок, нами были изготовлены составы, наполненные тонкомолотым порошком гранита и содержащие биоцидную добавку. Оптимальное сочетание исследуемых компонентов позволило улучшить физико-механические и эксплуатационные свойства, а также долговечность композиционных материалов.

Ключевые слова: полимерный композит, наполнитель, биоцидная добавка, прочность, свойства композитов.

TROYELNIKOV A. A.
THE PROPERTIES OF POLYMERIC COMPOSITES FILLED
WITH GRANITE FINE POWDER AND CONTAINING BIOCIDAL ADDITIVE

Abstract. Sample structures filled with granite fine powder and containing a biocidal additive were made in order to study the filler and additive coefficient on polymeric composite properties. The optimum combination of the studied components improves the physicomachanical and operational properties of the composite materials as well as their durability.

Keywords: polymeric composite, filler, biocidal additive, durability, composite properties.

В современных условиях развития экономических отношений повышение долговечности строительных материалов и изделий, а также приборов и оборудования на промышленных предприятиях приобретает особую актуальность. Там, где традиционные строительные материалы не удовлетворяют требованиям долговечности наиболее целесообразным является использование полимерных материалов, изделий и конструкций.

Однако, несмотря на то, что композиционные материалы на основе различных полимеров обладают универсальной стойкостью в растворах кислот, щелочей и солей, тем не менее, они могут быть подвержены воздействию микробиологических агрессивных сред. Так, биологически активные среды могут привести к деструкции и разрушению полимерных материалов, а также изделий и конструкций на их основе [1–5].

Известно, что в настоящее время все большее применение находят материалы, изделия и конструкции на эпоксидных связующих, которые используются для ремонта и строительства, изготовления защитных покрытий, полимербетонных изделий и т.д.

С помощью регулирования состава можно добиться требуемых физико-механических и эксплуатационных свойств [6–15].

Практика строительства и теоретические исследования доказали, что введение в состав полимерных композитов биоцидных химических веществ является перспективным. Одним из видов биоцидных химических препаратов являются добавки на основе гуанидина [16–21]. Однако крайне важно добиться того, чтобы введение выбранного биоцидного препарата не способствовало ухудшению других свойств [22–25].

На наш взгляд, основной характеристикой строительных композитов (в том числе на полимерных связующих), используемых для изготовления защитных и декоративных покрытий или других химически стойких изделий, является их прочность. В этой связи были определены зависимости изменения прочности на основе смолы ЭД-20, отвердителя АФ-2 и портландцемента, являющегося одним из наиболее традиционных наполнителей для полимербетонов.

На первой стадии эксперимента было исследовано совместное влияние применения наполнителя-тонкомолотого порошка гранита, а также биоцидной добавки на прочностные характеристики композитов.

Были изготовлены, а затем испытаны ненаполненные составы и образцы, содержащие 25, 50, 100, 200 и 300 мас. ч. тонкомолотого порошка гранита на 100 мас. ч. смолы. Кроме того, сравнительным испытаниям подвергались бездобавочные материалы и составы, содержащие биоцидные добавки в концентрациях 5 и 10 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы (см. табл. 1, 2).

При испытании на сжатие было установлено повышение прочности исследованных композитов при введении тонкомолотого порошка гранита в количестве от 25 до 200 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. При повышении степени наполнения тонкомолотого порошка гранита до 300 мас. ч. прочностные показатели оказывались ниже, чем у ненаполненных составов. При испытании на изгиб повышение прочностных показателей наблюдается при степенях наполнения от 25 до 300 мас. ч. на 100 массовых частей.

Максимальные прочностные показатели при сжатии и при изгибе были отмечены у составов, наполненных тонкомолотым порошком гранита в количестве 100 и 300 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Данные составы оказались прочнее контрольных ненаполненных образцов на величину около 12 и 22% соответственно (см. табл. 1, 2).

Состав, содержащий 50-100 мас. ч. тонкомолотого порошка гранита и 5 мас. ч. добавки при испытании на сжатие оказался прочнее контрольного состава и т. д.

Таблица 1

Зависимость изменения предела прочности при сжатии полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминафенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком гранита, от степени наполнения и содержания добавки

Прочность при сжатии	Содержание наполнителя, мас. ч., на 100 мас. ч. смолы					
	0	25	50	100	200	300
Бездобавочные составы						
Прочность, МПа	116	120	132	130	128	106
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 5 мас.ч. на 100 мас. ч. смолы						
Прочность, МПа	110	116	119	119	105	101
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 10 мас.ч. на 100 мас. ч. смолы						
Прочность, МПа	94	98	96	92	91	89

Таблица 2

Зависимость изменения предела прочности при изгибе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминафенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком гранита, от степени наполнения и содержания добавки

Прочность при изгибе	Содержание наполнителя, мас. ч., на 100 мас. ч. смолы					
	0	25	50	100	200	300
Бездобавочные составы						
Прочность, МПа	43	42	44	45,5	50,5	52,5
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 5 мас.ч. на 100 мас. ч. смолы						
Прочность, МПа	39,5	38	40,5	41,5	46	46,5
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 10 мас.ч. на 100 мас. ч. смолы						
Прочность, МПа	30,5	28,5	29,5	32	36	38

При исследовании средней плотности композитов было установлено, что более плотная структура полимерных композитов получена при повышении содержания наполнителя-тонкомолотого порошка гранита (см. табл. 3).

Таблица 3

Зависимость изменения средней плотности полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком гранита, от степени наполнения и содержания добавки

Средняя плотность	Содержание наполнителя, мас. ч., на 100 мас. ч. смолы					
	0	25	50	100	200	300
Бездобавочные составы						
г/см ³	1,18	1,26	1,43	1,59	1,88	2,04
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 5 мас.ч. на 100 мас. ч. смолы						
г/см ³	1,19	1,26	1,42	1,57	1,86	2,07
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 10 мас.ч. на 100 мас. ч. смолы						
г/см ³	1,2	1,25	1,35	1,5	1,8	2,12

Таблица 4

Зависимость изменения предела водопоглощения полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком гранита, от степени наполнения и содержания добавки

Водопоглощение	Содержание наполнителя, мас. ч., на 100 мас. ч. смолы					
	0	25	50	100	200	300
Бездобавочные составы						
%	1,52	1,31	1,2	1,04	0,77	0,87
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 5 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы						
%	1,19	1,06	1,12	1,47	1,42	1,36
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 10 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы						
%	1,07	0,75	0,91	1,96	2,12	2,06

При исследовании коррозионной стойкости композитов была применена вода. В табл. 4 приведены зависимости изменения водопоглощения наполненных и ненаполненных составов эпоксидных композитов. В ряде случаев введение биоцидной добавки «Тефлекс Антиплесень» способствует снижению водопоглощения и повышению водостойкости составов с тонкомолотым порошком гранита.

Таким образом, нами были изготовлены полимерные композиты, наполненные тонкомолотым порошком гранита и содержащие биоцидную добавку. Были получены составы, обладающие улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, а также долговечностью в условиях воздействия агрессивных сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев В. Т., Соколова Ю. А., Богатов А. Д. и др. Эпоксидные полимербетоны, модифицированные нефтяными битумами, каменноугольной и карбамидной смолами и аминопроизводными соединениями. – М.: ПАЛЕОТИП, 2012. – 240 с.
2. Ерофеев В. Т., Богатова С. Н., Богатов А. Д. и др. Биостойкие строительные композиты каркасной структуры на смешанных вяжущих // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 32–38.
3. Родин А. И. Разработка биоцидных цементов и композитов на их основе: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Саранск, 2013. – 24 с.
4. Ерофеев В. Т., Родин А. И. Биостойкость декоративных цементных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 3. – С. 32–38.
5. Ерофеев В. Т., Сураева Е. Н., Богатов А. Д. и др. Сухие строительные смеси, модифицированные биоцидной добавкой // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 93–100.
6. Ерофеев В. Т., Волгина Е. В., Казначеев С. В. и др. Оптимизация содержания компонентов винилэфирных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 22–31.
7. Вильдяев Д.В., Ерофеев В.Т., Тремасов В.В. Влияние содержания компонентов на прочностные показатели винилэфирных композитов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-soderzhaniya-komponentov-na-prochnostnye-pokazateli-vinilehfirnykh-kompozitov>.
8. Земсков С. М., Казначеев С. В., Морозова А. Н. Биологическая коррозия полимерсодержащих строительных материалов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/biologicheskaya-korroziya-polimersoderzhashhikh-stroitelnykh-materialov>.
9. Добрынкин С.В., Ерофеев В.Т., Задумин А.В. Влияние компонентов винилэфирных композитов на показатели сжимаемости [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-komponentov-vinilehfirnykh-kompozitov-na-pokazateli-szhimaemosti>.
10. Волгина Е. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т., Кретьева В. М. Деформативность винилэфирных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – № 6 (45). – С. 82–90.

11. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Кондакова И. Э. и др. Биостойкость эпоксидных полимербетонов, модифицированных каменноугольной смолой // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 7-2. – С. 310–325.
12. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Кротова В. М. и др. Оптимизация содержания диоктилфталата в качестве пластификатора в эпоксидных композитах // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 253–257.
13. Лазарев А. В., Худяков В. А., Казначеев С. В. и др. Влияние вида наполнителя на деформативность эпоксидных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013. – № 3 (48). – С. 176–179.
14. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. изделий / Патент 2461533 Российская Федерация, МПК C04B41/68, C1. – № 2011116017/03; заявл. 22.04.11; опубл. 20.09.2012. – Бюл. № 26.
15. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. Полимерная композиция / Патент 2462488 Российская Федерация, МПК C08L63/00 (C08K5/13), C1. – № 2011112285/05; заявл. 30.03.11; опубл. 27.09.2012. – Бюл. № 27.
16. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Влияние модифицирующих добавок на стойкость цементных композитов в условиях воздействия модельной бактериальной среды // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 103–107.
17. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Исследование стойкости цементных композитов, модифицированных биоцидными препаратами на основе гуанидина, в модельной среде мицелиальных грибов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. – 2012. – № 1 (20). – Режим доступа: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=792>.
18. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Биоцидные гипсовые композиты с добавками, содержащими соединения гуанидина // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 108–113.
19. Светлов Д. А., Спирин В. А., Казначеев С. В. и др. Физико-технические свойства цементных композитов с биоцидной добавкой // Транспортное строительство. – 2008. – № 2. – С. 21–23.
20. Барашкина А. В., Казначеев С. В., Мокейкина Е. В. Влияние биоцидного препарата «Тефлекс» на свойства строительных композитов на основе эпоксидной смолы [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-biocidnogo-preparata-tefleks-na-svojjstva-stroitelnykh-kompozitov-na-osnove-ehpoksidnojj-smoly>.

21. Казначеев С. В., Пьянзина М. Д., Строкина Н. А. Строительные композиты на основе неорганических вяжущих, модифицированные биоцидным препаратом «Тефлекс индустриальный» [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/stroitelnye-kompozity-na-osnove-neorganicheskikh-vyazhushhikh-modificirovannye-biocidnym-preparatom-tefleks-industrialnyjj>.
22. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Физико-механические свойства и биостойкость цементов, модифицированных серноокислым натрием, фтористым натрием и полигексаметиленгуанидин стеаратом // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2012. – №7-2. – С. 292–309.
23. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Биоцидный портландцемент с улучшенными физико-механическими свойствами // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 81–92.
24. Ерофеев В. Т., Лазарев А. В., Богатов А. Д. и др. Оптимизация составов биостойких эпоксидных композитов, отверждаемых аминафенольным отвердителем // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 4 (26). – С. 218–227.
25. Лазарев А. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т. и др. Оптимизация составов наполненных эпоксидных композитов по прочностным показателям // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 235–239.

ФИЛАТОВ А. В.
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ,
НАПОЛНЕННЫХ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТОМ И СОДЕРЖАЩИХ
БИОЦИДНУЮ ДОБАВКУ

Аннотация. Для установления влияния совместного воздействия наполнителя и добавок на свойства полимерных композитов нами были изготовлены составы, наполненные портландцементом и содержащие биоцидную добавку. Определенное сочетание компонентов позволило улучшить физико-механические и эксплуатационные свойства, а также долговечность полимерных композитов.

Ключевые слова: полимерный композит, наполнитель, биоцидная добавка, прочность, свойства композитов.

FILATOV A. V.
A STUDY OF PROPERTIES OF POLYMERIC COMPOSITES FILLED
WITH PORTLAND CEMENT AND CONTAINING BIOCIDAL ADDITIVE

Abstract. Sample structures filled with Portland cement and containing a biocidal additive were made in order to study the effect of the filler and additive on the polymeric composite properties. The tests showed that a certain combination of the components improves physicomachanical and operational properties as well as durability of the polymeric composites.

Keywords: polymeric composite, filler, biocidal additive, durability, composite properties.

Повышение долговечности строительных материалов, изделий и конструкций, а также технологического оборудования на промышленных предприятиях приобретает особую актуальность в современных условиях развития экономических отношений. Там, где традиционные строительные материалы не удовлетворяют требованиям долговечности, наиболее целесообразным является использование материалов, изделий и конструкций.

Композиционные материалы на основе различных полимеров не редко обладают универсальной стойкостью к растворам кислот, щелочей и солей, однако могут быть подвержены воздействию микробиологических агрессивных сред. Биологически активные среды могут привести к деструкции и разрушению полимерных материалов, а также изделий и конструкций на их основе[1–5].

В настоящее время большее применение находят материалы, изделия и конструкции на эпоксидных связующих. Они используются для ремонта строительных и инженерных конструкций и сооружений, изготовления защитных покрытий, полимербетонных изделий и

т.д. С помощью регулирования состава можно добиться требуемых физико-механических и эксплуатационных свойств [6–15].

Отечественная и зарубежная практика строительства доказала, что введение в состав полимерных композитов биоцидных химических веществ является перспективным. Одним из видов биоцидных химических препаратов являются добавки на основе гуанидина [16–21].

Однако важно добиться того, чтобы введение любого нового компонента, в частности химического биоцидного препарата, не способствовало ухудшению других свойств [22–25].

Одной из важнейших характеристик строительных композитов, используемых для изготовления защитных покрытий или других химически стойких изделий, является их прочностные свойства, поэтому были определены зависимости изменения прочности на основе смолы ЭД-20, отвердителя АФ-2 и портландцемента, являющегося одним из наиболее традиционных наполнителей для полимербетонов.

На первой стадии эксперимента было исследовано совместное влияние наполнителя-портландцемента и биоцидной добавки на прочностные характеристики композитов.

Были изготовлены и испытаны наполненные составы и образцы, содержащие 25, 50, 100, 200 и 300 мас. ч. портландцемента на 100 мас. ч. смолы. Кроме того, сравнительным испытаниям подвергались бездобавочные материалы и составы, содержащие биоцидные добавки в концентрациях 5 и 10 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы (см. табл. 1, 2).

При испытании на сжатие было установлено повышение прочности исследованных композитов при введении наполнителя в количестве от 25 до 200 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. При повышении степени наполнения портландцементом до 300 мас. ч. прочностные показатели оказывались ниже, чем у ненаполненных составов. При испытании на изгиб повышение прочностных показателей наблюдается при степенях наполнения от 25 до 200 мас. ч. на 100 массовых частей.

Максимальные прочностные показатели при сжатии и при изгибе при отмечены у составов, наполненных кварцевым песком в количестве 25 и 50 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Данные составы оказались прочнее контрольных ненаполненных образцов на величину около 18 и 21% соответственно (см. табл. 1, 2).

Состав, содержащий 25-100 мас. ч. портландцемента и 5 мас. ч. добавки при испытании на сжатие оказался прочнее контрольного состава и т. д.

При исследовании средней плотности композитов установлено, что более плотная структура полимерных композитов получена при повышении содержания наполнителя-портландцемента (см. табл. 3).

Таблица 1

Зависимость изменения предела прочности при сжатии полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных портландцементом, от степени наполнения и содержания добавки

Прочность при сжатии	Содержание наполнителя, мас. ч., на 100 мас. ч. смолы					
	0	25	50	100	200	300
Бездобавочные составы						
Прочность, МПа	116	122	134	136	120	103
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 5 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы						
Прочность, МПа	110	115	122	125	113	96
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 10 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы						
Прочность, МПа	94	97	98	96	94	88

Таблица 2

Зависимость изменения предела прочности при изгибе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных портландцементом, от степени наполнения и содержания добавки

Прочность при изгибе	Содержание наполнителя, мас. ч., на 100 мас. ч. смолы					
	0	25	50	100	200	300
Бездобавочные составы						
Прочность, МПа	43	48	52	55,5	52	50
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 5 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы						
Прочность, МПа	39,5	43,5	49	50	48	46
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 10 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы						
Прочность, МПа	30,5	31	32	35	38,5	35

Таблица 3

Зависимость изменения средней плотности полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных портландцементом, от степени наполнения и содержания добавки

Средняя плотность	Содержание наполнителя, мас. ч., на 100 мас. ч. смолы					
	0	25	50	100	200	300
Бездобавочные составы						
г/см ³	1,18	1,28	1,42	1,57	1,88	2,25
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 5 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы						
г/см ³	1,19	1,26	1,42	1,55	1,87	2,2
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 10 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы						
г/см ³	1,2	1,22	1,41	1,52	1,85	2,12

Таблица 4

Зависимость изменения предела водопоглощения полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных портландцементом, от степени наполнения и содержания добавки

Водопоглощение	Содержание наполнителя, мас. ч., на 100 мас. ч. смолы					
	0	25	50	100	200	300
Бездобавочные составы						
%	1,52	1,24	1,27	1,74	0,89	0,83
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 5 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы						
%	1,19	1,06	0,92	0,97	1,12	1,26
Составы, содержащие биоцидную добавку в количестве 10 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы						
%	1,07	0,72	0,67	0,66	1,42	1,84

При исследовании коррозионной стойкости композитов была применена вода. В табл. 4 приведены зависимости изменения водопоглощения наполненных и ненаполненных составов эпоксидных композитов. В ряде случаев введение биоцидной добавки «Гефлекс Антиплесень» способствует снижению водопоглощения и повышению водостойкости составов с портландцементом.

Таким образом, нами были изготовлены полимерные композиты, наполненные портландцементом и содержащие биоцидную добавку. Были получены составы, обладающие улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, а также долговечностью в условиях воздействия агрессивных сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев В. Т., Соколова Ю. А., Богатов А. Д. и др. Эпоксидные полимербетоны, модифицированные нефтяными битумами, каменноугольной и карбамидной смолами и аминопроизводными соединениями. – М.: ПАЛЕОТИП, 2012. – 240 с.
2. Ерофеев В. Т., Богатова С. Н., Богатов А. Д. и др. Биостойкие строительные композиты каркасной структуры на смешанных вяжущих // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 32–38.
3. Родин А. И. Разработка биоцидных цементов и композитов на их основе: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Саранск, 2013. – 24 с.
4. Ерофеев В. Т., Родин А. И. Биостойкость декоративных цементных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 3. – С. 32–38.
5. Ерофеев В. Т., Сураева Е. Н., Богатов А. Д. и др. Сухие строительные смеси, модифицированные биоцидной добавкой // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 93–100.
6. Ерофеев В. Т., Волгина Е. В., Казначеев С. В. и др. Оптимизация содержания компонентов винилэфирных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 1. – С. 22–31.
7. Волгина Е. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т., Кретьева В. М. Деформативность винилэфирных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – № 6 (45). – С. 82–90.
8. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Кондакова И. Э. и др. Биостойкость эпоксидных полимербетонов, модифицированных каменноугольной смолой // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 7-2. – С. 310–325.
9. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Кретьева В. М. и др. Оптимизация содержания диоктилфталата в качестве пластификатора в эпоксидных композитах // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 253–257.
10. Лазарев А. В., Худяков В. А., Казначеев С. В. и др. Влияние вида наполнителя на деформативность эпоксидных композитов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013. – № 3 (48). – С. 176–179.
11. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. изделий / Патент 2461533 Российская Федерация, МПК C04B41/68, C1. – № 2011116017/03; заявл. 22.04.11; опубл. 20.09.2012. – Бюл. № 26.
12. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Спирин В. А. и др. Полимерная композиция / Патент 2462488 Российская Федерация, МПК C08L63/00 (C08K5/13), C1. – № 2011112285/05; заявл. 30.03.11; опубл. 27.09.2012. – Бюл. № 27.

13. Барашкина А. В., Казначеев С. В., Мокейкина Е. В. Влияние биоцидного препарата «Тефлекс» на свойства строительных композитов на основе эпоксидной смолы [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-biocidnogo-preparata-tefleks-na-svojjstva-stroitelnykh-kompozitov-na-osnove-ehpoksidnoj-smoly>.
14. Казначеев С. В., Пьянзина М. Д., Строкина Н. А. Строительные композиты на основе неорганических вяжущих, модифицированные биоцидным препаратом «Тефлекс индустриальный» [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/stroitelnye-kompozity-na-osnove-neorganicheskikh-vyazhushhikh-modificirovannye-biocidnym-preparatom-tefleks-industrialnyjj>.
15. Земсков С. М., Казначеев С. В., Морозова А. Н. Биологическая коррозия полимерсодержащих строительных материалов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/biologicheskaya-korroziya-polimersoderzhashhikh-stroitelnykh-materialov>.
16. Добрынкин С. В., Ерофеев В. Т., Задумин А. В. Влияние компонентов винилэфирных композитов на показатели сжимаемости [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-komponentov-vinilefirnykh-kompozitov-na-pokazateli-szhimaemosti>.
17. Вильдяев Д. В., Ерофеев В. Т., Тремасов В. В. Влияние содержания компонентов на прочностные показатели винилэфирных композитов [Электронный ресурс] // Огарёв-online. Раздел «Технические науки». – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/vliyanie-soderzhaniya-komponentov-na-prochnostnye-pokazateli-vinilefirnykh-kompozitov>.
18. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Влияние модифицирующих добавок на стойкость цементных композитов в условиях воздействия модельной бактериальной среды // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 103–107.
19. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Исследование стойкости цементных композитов, модифицированных биоцидными препаратами на основе гуанидина, в модельной среде мицелиальных грибов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. – 2012. – № 1 (20). – Режим доступа: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=792>.

20. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. и др. Биоцидные гипсовые композиты с добавками, содержащими соединения гуанидина // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2012. – № 26. – С. 108–113.
21. Светлов Д. А., Спирин В. А., Казначеев С. В. и др. Физико-технические свойства цементных композитов с биоцидной добавкой // Транспортное строительство. – 2008. – № 2. – С. 21–23.
22. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Физико-механические свойства и биостойкость цементов, модифицированных серноокислым натрием, фтористым натрием и полигексаметиленгуанидин стеаратом // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2012. – № 7-2. – С. 292–309.
23. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Богатов А. Д. и др. Биоцидный портландцемент с улучшенными физико-механическими свойствами // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 81–92.
24. Ерофеев В. Т., Лазарев А. В., Богатов А. Д. и др. Оптимизация составов биостойких эпоксидных композитов, отверждаемых аминафенольным отвердителем // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 4 (26). – С. 218–227.
25. Лазарев А. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т. и др. Оптимизация составов наполненных эпоксидных композитов по прочностным показателям // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии. – 2012. – № 2-3. – С. 235–239.

СМИРНОВ В. Ф., ПЕТРЯКОВ Д.Н., ХУТОРСКОЙ С.В., ЗАХАРОВА Е. А.
ВЛИЯНИЕ БРОМСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ НА БИОСТОЙКОСТЬ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

Аннотация. Представлены результаты исследования влияния фунгицидных добавок на грибостойкие и фунгицидные свойства строительных композитов на основе негашеной извести. Показано при введении каких из рассмотренных добавок в состав известкового композита достигается наибольшая эффективность.

Ключевые слова: негашёная известь, композит, добавка, грибостойкость, фунгицидность, микроорганизм, химическая реакция, силикатная смесь.

SMIRNOV V. F., PETRYAKOV D. N., KHUTORSKOY S. V., ZAKHAROVA E. A.
THE EFFECT OF BROMINE-CONTAINING ADDITIVES
ON BIOPROOFNESS OF CONSTRUCTION COMPOSITES

Abstract. The study results of the effect of fungicidal additives on fungal resistance and fungicidal properties of building composites based on quicklime are presented. The findings reveal the most efficient additives to the lime composite structure.

Keywords: quicklime, composite, additive, fungal resistance, fungicidity, microorganism, chemical reaction, silicate mixture.

Композиты на основе извести находят широкое применение в строительстве. Из них получают: *известково-кремнеземистые вяжущие* (сырьевые смеси, состоящие из извести и кварцевого песка), предназначенные для производства силикатных строительных бетонов и растворов; *известково-пуццолановые вяжущие* (их получают совместным помолом негашеной воздушной или гидравлической извести и кислой активной минеральной добавки), предназначенные для изготовления строительных растворов и бетонов невысоких по прочности; *известково-шлаковые вяжущие* (их получают совместным помолом негашеной извести, доменного гранулированного шлака и гипса), используемые для производства легких бетонов, строительных растворов и обычных бетонов невысоких марок по прочности [1].

В настоящее время актуальными являются исследования по биодegradации и биосопротивлению строительных материалов, которые в процессе эксплуатации подвергаются разрушающему действию биологически активных сред [2–7]. При воздействии продуктов метаболизма микроорганизмов на известковые бетоны происходит разрушение компонентов и образующихся в процессе твердения гидросиликатов кальция. В качестве модификаторов, которые способствуют повышению физико-механических свойств и

биологического сопротивления являются специальные добавки различного назначения. Одним из наиболее эффективных и часто применяемых способов защиты строительных композитов от действия микроорганизмов является применение специальных фунгицидных добавок, которые вводят в состав материалов при их изготовлении или при пропитке поровой структуры [8].

Процессы коррозии известковых композитов можно разделить на три этапа. На первом этапе идет взаимодействие цементирующих веществ композита и ионов агрессивных сред. Этот процесс происходит в кинетической области и контролируется скоростью гетерогенных химических реакций на границе фаз, которая зависит от степени поражения композита микроорганизмами, концентрации агрессивной среды и свойств материала. На втором этапе скорость коррозии ограничивается диффузионным процессом. Диффузия ионов будет зависеть от свойств продуктов коррозии, которые покрывают реакционные поверхности и тормозят скорость движения ионов. К третьему этапу концентрация ионов стабилизируется, реакция между ионами агрессивной среды и составляющими композита достигает равновесия [1].

Нами проведены исследования биостойкости композитов на основе известковых вяжущих, в которых в качестве вяжущего использовалась негашёная строительная известь ООО «Атемарские строительные материалы», удовлетворяющая требованиям ГОСТ 9179-77.

В ходе проведения экспериментальных исследований в качестве биоцидной добавки были использованы броморганические вещества низкой концентрации (пентабромтолуол, тетрабром-п-крезол, тетрабром-о-ксилол, пентабромбензолбромид), воздействие которых на известковые композиционные материалы позволило достаточно точно смоделировать процессы биологической коррозии.

Испытания проводились на образцах содержащих негашёную известь, кварцевый песок и добавку. Составы исследуемых композитов приведены в таблице 1.

Испытания на биостойкость проводили по ГОСТ 9.049-91 методами 1 и 3 на образцах-призмах размером 1×1×3 см.

В качестве тест-организмов использовали следующие виды плесневых грибов: *Aspergillius niger*, *A. flafus*, *A. terreus*, *Penicillium cuclopium*, *P. funiculosum*, *P. chrysogenum*, *Paecilomyces varioti*, *Chaetomium globosum*, *Trichoderma viride*. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 1

Исследуемые составы

№ состав а	Состав вяжущего						
	Известь негашенная	Кварцевый песок	Тетра бром-п- крезол	Тетра бром-о- ксилол	Пента бром бензол бромид	Пента бром толуол	Вода
1	25	75,4	-	-	-	-	40
2	25	75,02	1,04	-	-	-	39,6
3	25,02	74,08	-	1	-	-	39,85
4	25	75	-	-	1,19	-	40,1
5	24,89	75,16	-	-	-	1,05	39,9

Таблица 2

Степень роста грибов

Состав	Степень роста грибов, баллы		Характеристика по ГОСТ 9.049-91
	Метод 1	Метод 3	
1	2	4	Грибостоек
2	0	0	Фунгицидин
3	4	0	Грибостоек
4	4	0	Грибостоек
5	0	0	Фунгицидин

Результаты исследований показывают, что состав № 1 без добавок является грибостойким. Это объясняется высокой основностью извести и высоким pH ее водных растворов, она обладает бактерицидными свойствами [4]. Исследования также показывают, что композиты на основе извести с добавкой пентабромтолуол, тетрабром-п-крезол являются фунгицидными. Композиты же с добавкой тетрабром-о-ксилол, пентабромбензолбромид снижают степень роста грибов по отношению к составу без добавок, что составляет 4 и 0 баллов по методу 1 и 3 соответственно.

Из рассмотренных добавок наибольшая эффективность достигается при введении в состав известкового композита пентабромтолуола и тетрабром-п-крезола которые обладают сильным фунгистатическим эффектом, обрастаемость составляет 0 и 0 баллов по методу 1 и 3 соответственно.

Бром относится к галогенам, которые вступая в реакцию с бактериями окисляют их. В оболочках бактерий и микроорганизмов, а также в веществе, содержащемся внутри них, имеются протеины и аминокислоты, с которыми и вступает во взаимодействие бром. В результате происходящих окислительных процессов внутриклеточное вещество микроорганизмов изменяется, клетки распадаются, бактерии и микроорганизмы гибнут. Образующиеся при этом вещества будут абсолютно безвредны для человека (в отличие от, например, хлороформа, который образуется при аналогичном окислении хлором). Таким образом, введение в состав материалов на основе извести специальных добавок поможет в значительной степени продлить срок службы композиционного материала и расширить область применения известковых вяжущих.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куатбаев К. К. Силикатные бетоны из побочных продуктов промышленности. – М.: Стройиздат, 1981. – 246 с.
2. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д., Спирин В. А., Светлов Д. А. Биоцидные цементные композиты с добавками, содержащими гуанидин // Приволжский научный журнал. – 2010. – № 4. – С. 87–94.
3. Касимкина М. М., Светлов Д. А., Казначеев С. В., Богатов А. Д., Ерофеев В. Т. Эпоксидные лакокрасочные материалы с биоцидной добавкой «Текфлекс» // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2008. – № 1-2. – С. 77–79.
4. Соломатов В. И., Ерофеев В. Т., Федельман М. С. Биологическое сопротивление бетонов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 1996. – № 8. – С. 44.
5. Завалишин Е. В., Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Морозов Е. А. Биологическое сопротивление композитов на основе жидкого стекла // Биоповреждения и биокоррозия в строительстве: материалы Международной научно-технической конференции / отв. ред. В. Ф. Смирнов. – Саранск, 2004. – С. 156–159.
6. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Яушева Л. С., Смирнова О. Н. Биологическое сопротивление серобетонов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2002. – № 11. – С. 29.
7. Хуторской С. В. Влияние модифицирующих добавок на свойства композитов на основе извести // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2013. – № 3 (13). – С. 15–17.
8. Хуторской С. В., Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф. Повышение биологического сопротивления композитов на основе извести с помощью фунгицидных добавок // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 2 (24). – С. 281–286.

ЗАХАРОВА Е. А., СМІРНОВ В. Ф., ПЕТРЯКОВ Д. Н.
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ИЗВЕСТИ
С БРОМСОДЕРЖАЩИМИ ДОБАВКАМИ

Аннотация. Изучено негативное влияние биологической коррозии на эксплуатационные свойства строительных материалов. Установлено положительное влияние специальных добавок на грибостойкость известковых композитов.

Ключевые слова: известь, композит, добавка, грибостойкость, фунгицидность, микроорганизм, химическая реакция, силикатная смесь.

ZAKHAROVA E. A., SMIRNOV V. F., PETRYAKOV D. N.
CONSTRUCTION MATERIALS BASED ON LIME
WITH BROMINE-CONTAINING ADDITIVES

Abstract. The negative effect of biological corrosion on operational properties of construction materials is studied. The positive effect of special additives on fungal resistance of lime composites is demonstrated.

Keywords: lime, composite, additive, fungal resistance, fungicidity, microorganism, chemical reaction, silicate mixture.

Микроскопические грибы резко ухудшают эксплуатационные характеристики тех материалов, на которых размножаются, вызывая биоповреждения и биоразрушения. Следствием этого является не только частичное повреждение элементов зданий, но и полное разрушение конструкций. Кроме этого, микромицеты способны вызывать микогенные аллергии, микозы, микотоксикозы и другие заболевания. Все это грозит большой опасностью для здоровья и жизни человека в целом [1].

Микроорганизмы запускают процессы биоповреждения в различных материалах посредством продуктов своей жизнедеятельности (кислот, щелочей, ферментов и других агрессивных веществ), которые, взаимодействуя с веществами, входящими в состав строительных материалов, разрушают связующие, растворы, кирпич, бетон, и другие элементы строительных конструкций [2–4].

Во время эксплуатации строительные материалы подвергаются внешним воздействиям различного рода, которые могут привести к снижению эксплуатационных свойств или разрушению. Снижение долговечности материалов при этом обусловлено совокупным воздействием физических, химических, механических и биологических сред.

В этой связи в настоящее время актуальными являются исследования по биодegradации и биосопротивлению строительных материалов, которые в процессе

эксплуатации подвергаются разрушающему действию биологически активных сред [5; 6]. При воздействии продуктов метаболизма микроорганизмов на известковые бетоны происходит разрушение компонентов и образующихся в процессе твердения гидросиликатов кальция.

Существуют различные способы защиты композитов от биодegradации. Одним из способов защиты является введение в композиты на известковых вяжущих активированной воды затворения [7]. При этом вода подвергается совместному воздействию магнитного и электрического поля.

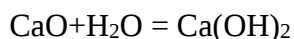
Результаты исследования образцов полученных на активированной воде, после выдерживания в продуктах метаболизма свидетельствуют о повышении коэффициента стойкости образцов в зависимости от различных режимов активации по сравнению с материалами на неактивированной воде затворения [8; 9].

При исследовании в лаборатории ННГУ им. Лобачевского стойкости композитов на основе известковых вяжущих к воздействию микроорганизмов применяли негашеную строительную известь, которая является местным строительным материалом. В ходе проведения экспериментальных исследований нами были использованы в качестве биоцидной добавки броморганические вещества низкой концентрации (пентабромтолуол, тетрабром-*n*-крезол, тетрабром-*o*-ксилол, пентабромбензолбромид), воздействие которых на известковые композиционные материалы позволило достаточно точно смоделировать процессы биологической коррозии.

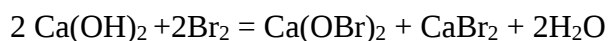
Испытания материалов на грибостойкость и фунгицидные свойства проводились в соответствии с ГОСТ 9.049-91 на образцах-призмах размером 1×1×3 см.

Анализ результатов, полученных в ходе исследования, показывает, что композиты на основе извести без добавки подвержены биокоррозии, обрастаемость по методу 1 и 3 составляет 2 и 4 балов соответственно. Известковые композиты с добавкой пентабромтолуол, тетрабром-*n*-крезол являются фунгицидными. Композиты же с добавкой тетрабром-*o*-ксилол, пентабромбензолбромид снижают степень роста грибов по отношению к составу без добавок, обрастаемость 4 и 0 балла по методу 1 и 3 соответственно.

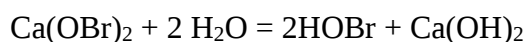
Можно предположить, что в результате протекания химической реакции:



выделяется большое количество тепла (65,1 кДж), что может способствовать замещению гидроксид на ионы брома и накоплению их в реакционной зоне. Чем выше pH, тем больше образуется монобромидионов и меньше дибромидионов в результате взаимодействия монобромидионов с гидроксидом кальция по реакции:



Активной частью здесь является гипобромид кальция Ca(OBr)_2 , взаимодействующий с водой с образованием бромноватистой кислоты:



В настоящее время предполагается, что гибель бактерий при бромировании происходит в результате прямого взаимодействия брома и его активных соединений с органическим веществом клетки. В результате происходящих окислительных процессов внутриклеточное вещество микроорганизмов изменяется, клетки распадаются, бактерии и микроорганизмы гибнут. Важное значение придается также взаимодействию бромноватистой кислоты с ферментами бактериальной клетки, которые существенно важны для обмена веществ в ее организме.

Образующиеся при этом вещества будут абсолютно безвредны для человека (в отличие от, например, хлороформа, который образуется при аналогичном окислении хлором).

Из рассмотренных добавок наибольшая эффективность достигается при введении в состав известкового композита пентабромтолуола и тетрабром-*n*-крезолаони, которые не являются питательной средой (нейтральны или фунгистатичны) и обладают сильным фунгистатическим эффектом, что составляет 0 и 0 баллов по методам 1 и 3 соответственно.

Для повышения сроков эксплуатации зданий и сооружений при подборе строительных материалов необходимо учитывать влияние биологического воздействия. Проведенные исследования позволили установить положительное влияние бромсодержащих соединений на биологическое сопротивление известковых композитов, которые могут быть применены в условиях биологических агрессивных сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев Б. В., Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Дергунова А. В., Богатов А. Д. Разработка способов повышения биостойкости строительных материалов // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 4. – С. 52–58.
2. Ерофеев В. Т., Смирнов В. Ф., Светлов Д. А., Казначеев С. В., Спирин В. А., Дергунова А. В., Богатов А. Д., Балатханова Э. М., Родин А. И. Оптимизация составов цементных композитов с фунгицидными добавками на основе гуанидина // Приволжский научный журнал. – 2014. – № 2. – С. 41–51.

3. Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д., Спирин В. А., Светлов Д. А. Биоцидные цементные композиты с добавками, содержащими гуанидин // Приволжский научный журнал. – 2010. – № 4. – С. 87–94.
4. Касимкина М. М., Светлов Д. А., Казначеев С. В., Богатов А. Д., Ерофеев В. Т. Эпоксидные лакокрасочные материалы с биоцидной добавкой «Тефлекс» // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2008. – № 1-2. – С. 77–79.
5. Ерофеев В. Т., Дергунова А. В., Батин В. В., Тараканов О. В. Исследование процессов структурообразования биоцидных композитов на основе цементного связующего // Приволжский научный журнал. – 2011. – № 3. – С. 64–70.
6. Хуторской С. В., Матвиевский А. А., Смирнов В. Ф., Ерофеев В. Т. Биологическое сопротивление известковых композитов на активированной воде затворения // Приволжский научный журнал. – 2013. – № 1 (25). – С. 22–25.
7. Ерофеев В. Т., Фомичев В. Т., Емельянов Д. В., Родин А. И., Еремин А. В. Влияние активированной воды затворения на структурообразование цементных паст // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2013. – № 30. – С. 179–183.
8. Хуторской С. В., Ерофеев В. Т. Строительные материалы на основе извести с улучшенными эксплуатационными свойствами // Глобальный научный потенциал. – 2013. – № 5 (26). – С. 39–41.
9. Ерофеев В. Т., Митина Е. А., Матвиевский А. А., Емельянов Д. В., Юдин П. В. Долговечность цементных композитов на активированной воде // Промышленное и гражданское строительство. – 2008. – № 7. – С. 51–54.