

**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 и 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).

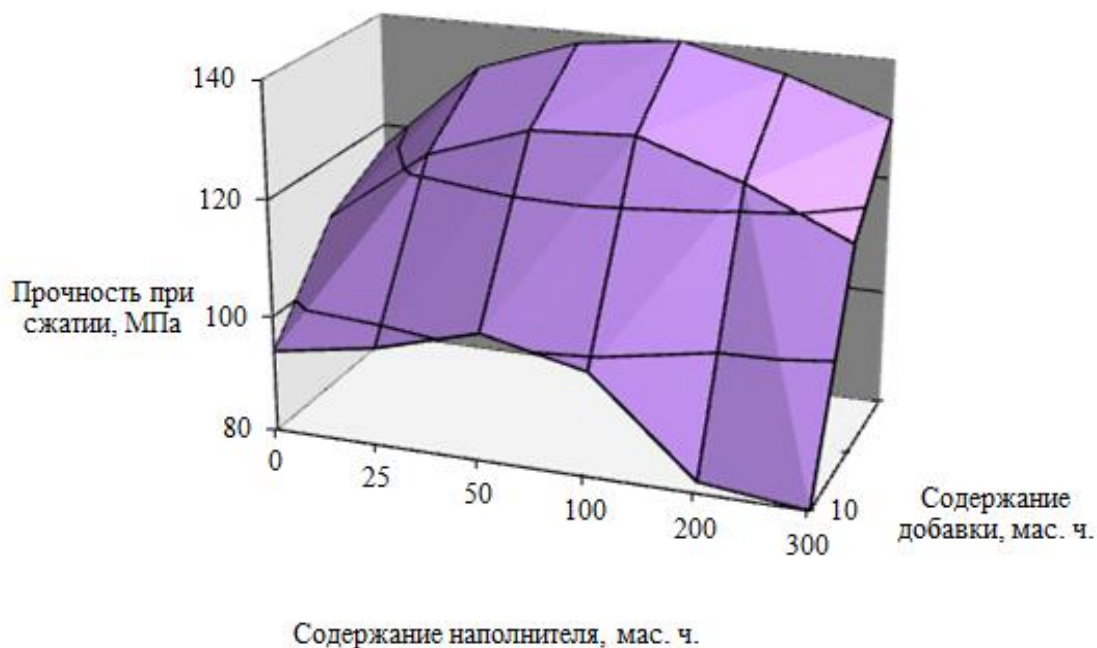


Рис. 1. Зависимость изменения предела прочности при сжатии полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком известняка, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

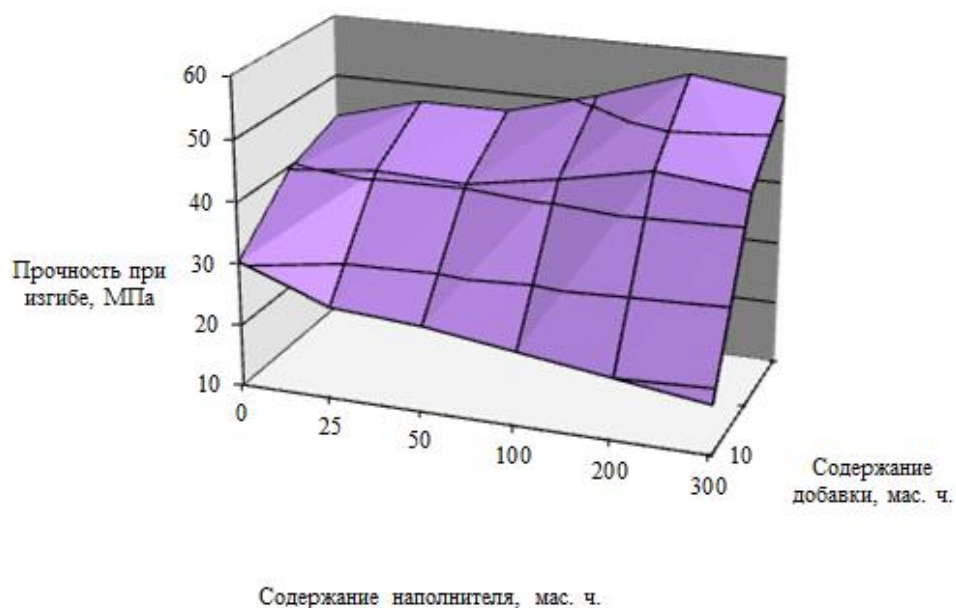


Рис. 2. Зависимость изменения предела прочности при изгибе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком известняка, от степени заполнения и содержания добавки «Тефлекс».

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

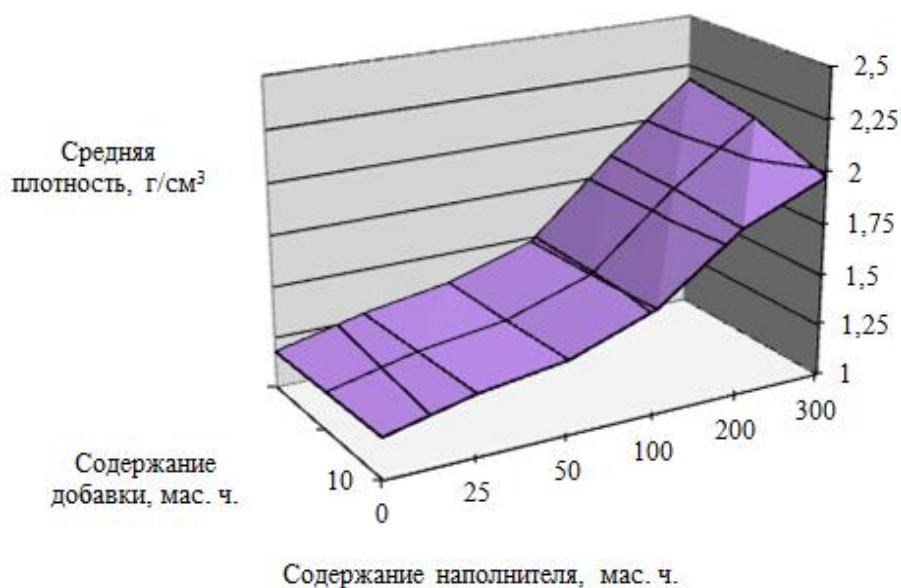


Рис. 3. Зависимость изменения средней плотности полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминофенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком известняка, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

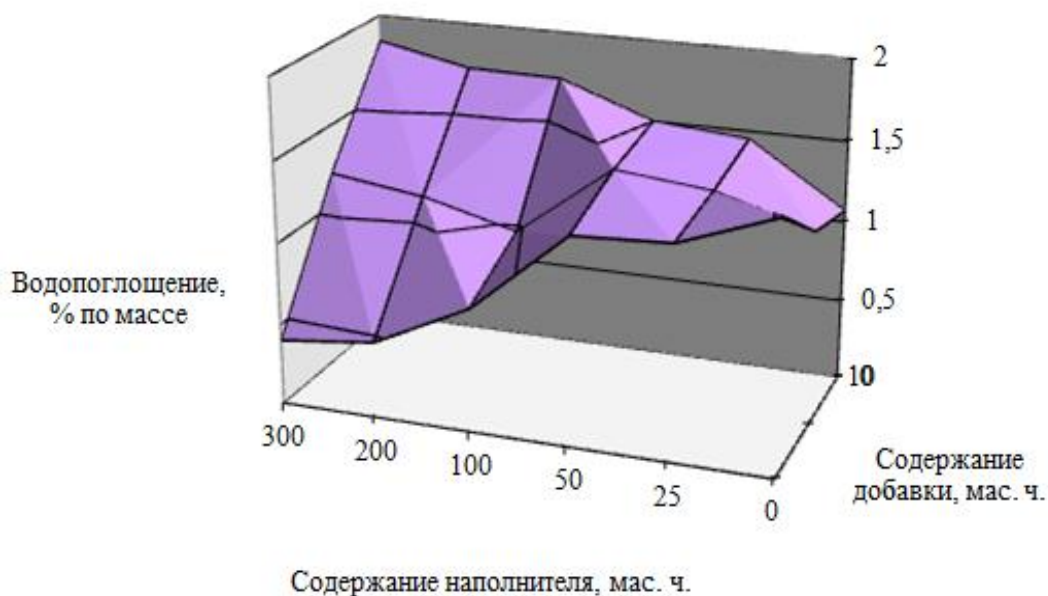


Рис. 4. Зависимость изменения водопоглощения полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминофенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком известняка, от степени наполнения и содержания добавки «Тефлекс».

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., Кретьова 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., Кретьова 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 С04В41/68, С1. – № 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 С08L63/00 (С08K5/13), С1. – № 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 цементов 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-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. 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-vinilefirnykh-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-vinilefirnykh-kompozitov>.
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.