

**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 physicomachanical properties of polymeric composites with Teflex biocidal additive. As a result, polymeric composite samples with improved physicomachanical and operational properties were made.

**Keywords:** polymeric composite, expanded clay, biocidal additive, durability, physicomachanical 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 аминофенольный 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 и 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, аминофенольного 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.

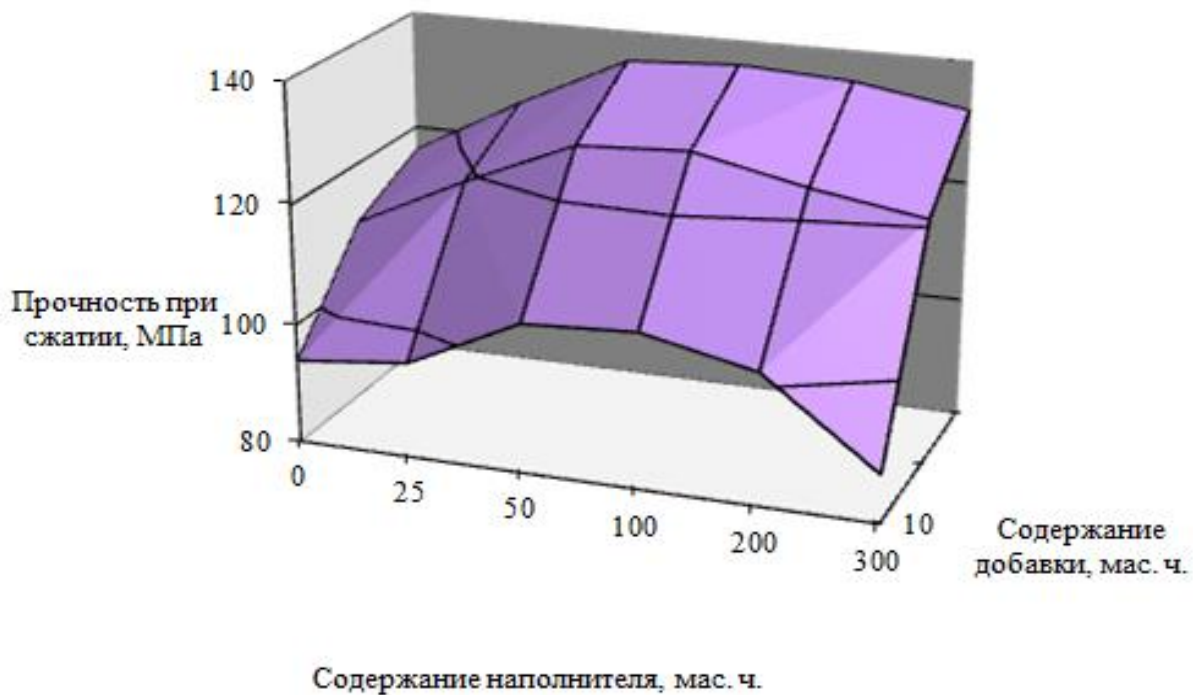


Рис. 1. Зависимость изменения предела прочности при сжатии полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминофенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком керамзита, от степени наполнения и содержания добавки.

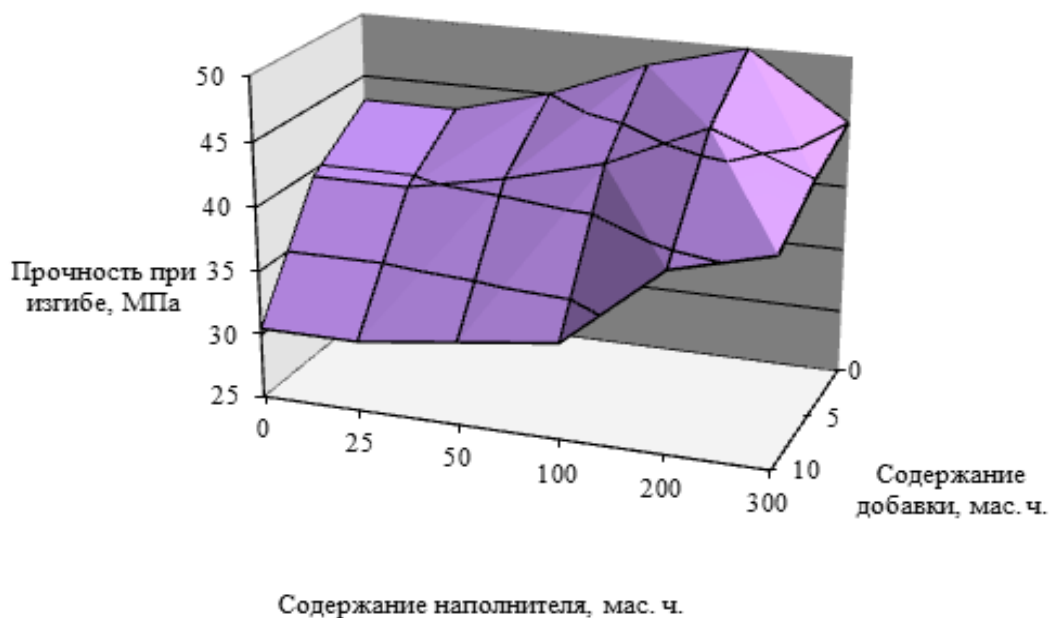


Рис. 2. Зависимость изменения предела прочности при изгибе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминофенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком керамзита, от степени наполнения и содержания добавки.

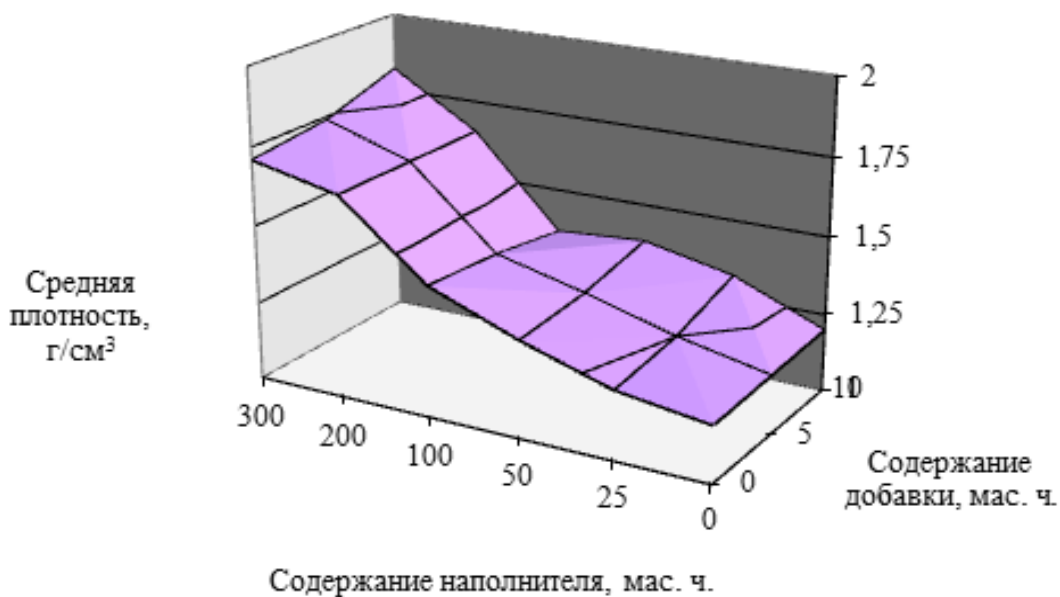


Рис. 3. Зависимость изменения средней плотности полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком известняка, от степени наполнения и содержания добавки.

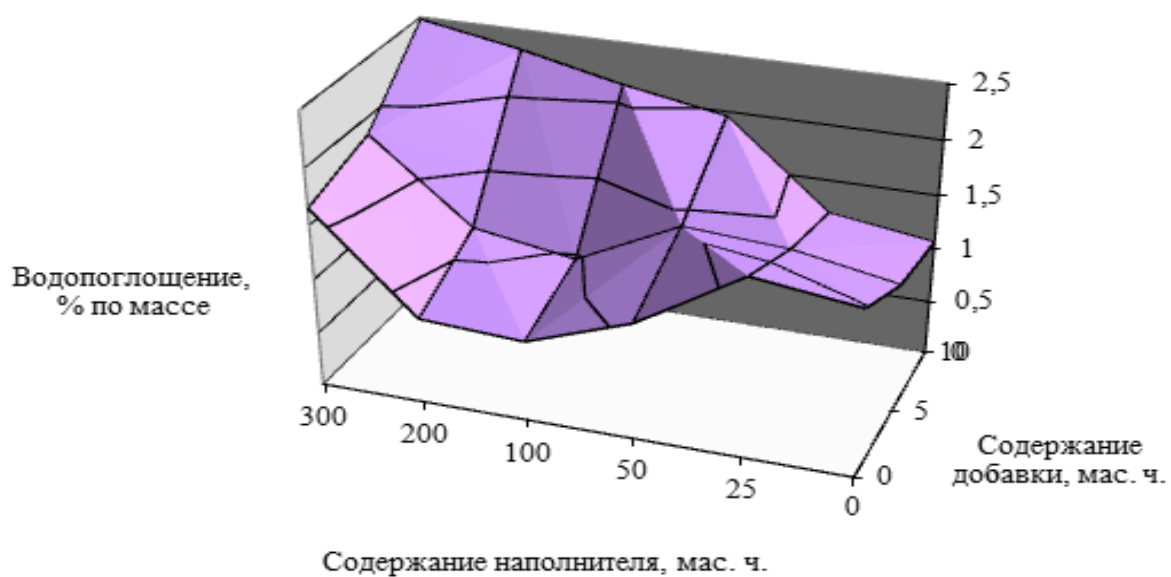


Рис. 4. Зависимость изменения водопоглощения по массе полимерных композитов на основе эпоксидной смолы и аминифенольного отвердителя, наполненных тонкомолотым порошком керамзита, от степени наполнения и содержания добавки.

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., Спиринов 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., Спиринов 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. 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., Трёмасов 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-ehpoksidnoj-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&artcleno=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 аминафенольным 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. Бицидный портландцемент с улучшенными физико-механическими свойствами // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 81–92.