

*М. Д. Мордасов, Д. М. Мордасов, В. С. Верченов\**

**ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АМОРФНОГО КРЕМНЕЗЕМА  
НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
ПОЛИМЕР-МИНЕРАЛЬНОГО  
КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

В настоящее время повышение физико-механических свойств бетонов и полимербетонов является актуальной задачей при производстве строительных материалов. Известно, что введение тонкодисперсных наполнителей в полимер-минеральные и полимербетонные строительные материалы способствует повышению физико-механических свойств и экономичности строительных материалов.

В качестве модифицирующих добавок в бетонные смеси вводят пластификаторы, суперпластификаторы, стабилизирующие добавки. Так же для улучшения физико-механических свойств используют различные тонкодисперсные нанонаполнители. Модификация материала такими наполнителями способствует созданию необходимых реологических свойств, которые в свою очередь позволяют достигнуть максимальной удобоукладываемости и плотноупакованной структуры твердения. В настоящей работе рассматривается влияние аморфного кремнезема (трепела) на физико-механические свойства полимер-минерального композиционного материала на основе цемента, эпоксидной смолы и нанодисперсии сополимера стирола и акриловой кислоты [1, 2].

Трепел представляет собой опаловую породу осадочного происхождения, имеющую рыхлую структуру, представленную некрупными опаловыми глобулами, а также примесями глины, кварца и полевого шпата.

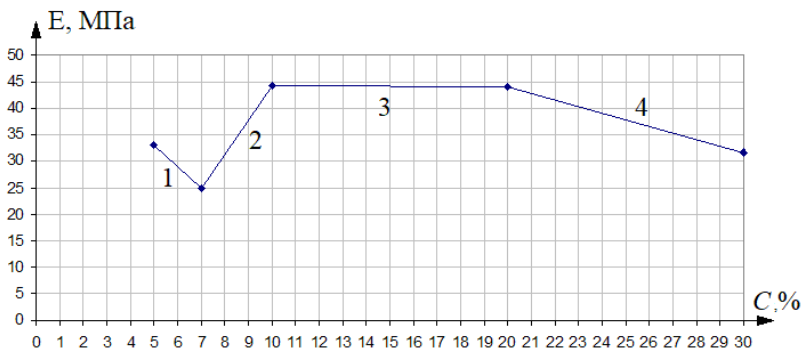
При нормальных условиях поровое пространство трепела заполнено влагой, и его эффективность невысока. Влага была удалена путем термической обработки, способствующей увеличению удельной поверхности и существенному повышению адсорбционной способности частиц [3, 4].

Исследованы образцы с содержанием  $C$  аморфного кремнезема 5, 7, 10, 20, 30% от содержания цемента. На рисунке 1 изображен график

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, зав. кафедрой «Материалы и технология» ФГБОУ ВО «ТГТУ» Д. М. Мордасова.

зависимости модуля упругости при растяжении образцов от концентрации трепела.



**Рис. 1. График зависимости модуля упругости от содержания аморфного кремнезема**

При испытании образцов полимер-минерального материала на растяжение на участке 1 наблюдается спад значений модуля упругости (рис. 1), это объясняется тем, что данного количества трепела недостаточно для упрочнения полимерцементной матрицы, но частицы тонкодисперсного наполнителя уже образовали центры полимеризации, что уменьшает прочность материала.

На участке 2 происходит рост модуля упругости и при содержании аморфного кремнезема 10% от массы цемента наблюдается достижение наибольшего значения модуля упругости.

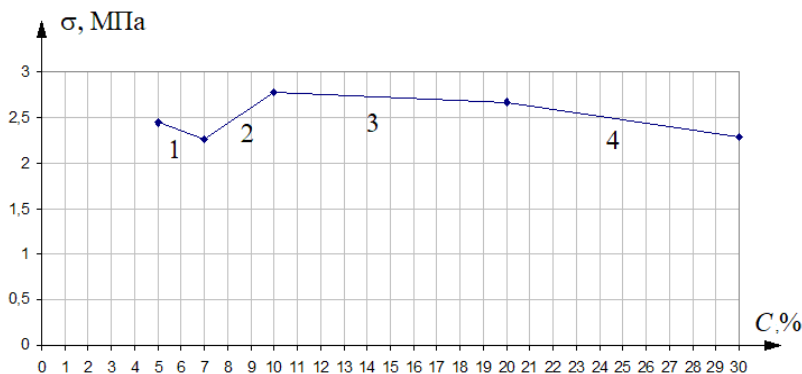
На участке 3 значение модуля упругости практически не изменяется, а на участке 4 идет спад, следовательно, введение большего количества тонкодисперсного наполнителя не способствует увеличению прочностных характеристик.

Аналогично выглядит график зависимости прочности при максимальном усилии растяжения от содержания аморфного кремнезема (рис. 2).

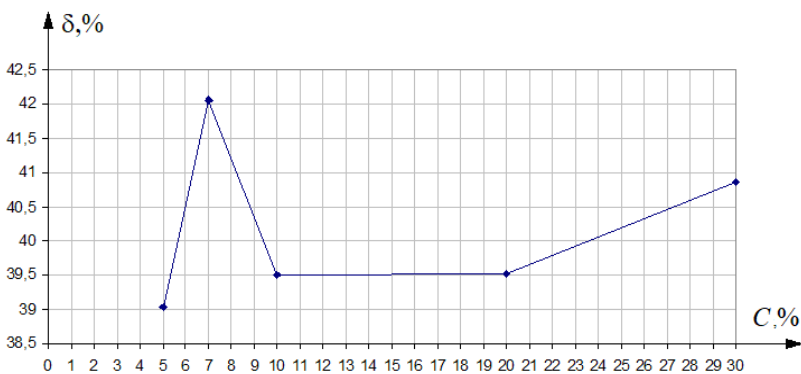
Максимальное значение наблюдается при содержании аморфного кремнезема 10% от содержания цемента.

На рисунке 3 показана зависимость деформации при максимальном усилии растяжения от концентрации трепела в составе полимер-минерального композиционного материала. На участке 1 концентрации трепела недостаточно для упрочнения матрицы, но так как трепел является тонкодисперсной добавкой, происходит увеличение пластич-

ности материала. На участке 2 наблюдается деградация пластичности материала. Это связано с упрочнением полимерцементного каркаса за счет равномерного распределения частиц тонкодисперсного наполнителя. На участке 3 значительного изменения характеристик не наблюдается, а на участке 4, несмотря на небольшой рост пластичности материала, происходит снижение прочностных характеристик (рис. 1), следовательно, введение большего количества тонкодисперсного наполнителя нецелесообразно.



**Рис. 2. График зависимости прочности при разрушении от содержания аморфного кремнезема**



**Рис. 3. График зависимости деформации при максимальном усилии от содержания аморфного кремнезема**

Таким образом, в ходе проведения исследований выявлено, что при использовании трепела в качестве тонкодисперсного наполнителя в полимер-минеральном композиционном материале в диапазоне его процентного содержания от 5 до 30% существует оптимальное значение 10%. Резкое повышение модуля упругости и прочности при разрушении при этой концентрации свидетельствует об образовании большого количества центров полимеризации, что косвенно указывает на однородность взаимного распределения компонентов.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и администрации Тамбовской области в рамках научного проекта № 19-43-680003.*

### Список литературы

1. Исследование структуры полимерного композиционного материала на основе смолы ЭД-20 и нанодисперсии сополимера стирола и акриловой кислоты / Д. М. Мордасов, М. Д. Мордасов, П. В. Макеев, Д. Л. Полушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2019. – Т. 25, № 1. – С. 136 – 141.

2. Мордасов, М. Д. Исследование структуры полимерного композиционного материала / М. Д. Мордасов, Д. М. Мордасов // Семьдесят первая Всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием : сб. материалов конф. – В 3-х частях. – 2018. – С. 464 – 466.

3. Мордасов, М. Д. Особенности структурных изменений трепела при его термической обработке / М. Д. Мордасов, А. В. Никитин, Д. Л. Полушкин // XVII Всероссийская с международным участием школа-семинар по структурной макрокинетике для молодых ученых имени академика А. Г. Мержанова : сб. науч. материалов. – 2019. – С. 139 – 141.

4. Мордасов, Д. М. Применение кремнезема в составе полимер-минерального композита / Д. М. Мордасов, М. Д. Мордасов // Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент : материалы XII Междунар. науч.-инновац. молодежной конф. – 2020. – С. 93–94.

*Кафедра «Материалы и технология» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*