

Фибропенотуфобетоны с дисперсным полиармированием

Т.А. Хежев, А.М. Беитоев, М.Х. Алахмад, М.Т. Ислам, К.В. Казиев,

А.Ю. Карданов, М.У. Котиков

Кабардино-Балкарский государственный университет, Нальчик

Аннотация: Исследованы фибропенотуфобетоны с применением отходов пиления вулканического туфа. Разработаны составы фибропенотуфобетонов с применением капроновых и базальтовых волокон, позволяющие значительно снизить усадочные деформации и повысить прочностные характеристики пенотуфобетона. Максимальный рост прочности на сжатие на 38 % и при изгибе на 110 % наблюдается у образцов фибропенотуфобетона с армированием 0,6 % по объему базальтовыми волокнами. Комбинация капроновых и базальтовых фибр эффективнее для снижения усадки пенотуфобетона по сравнению с моноармированными образцами.

Ключевые слова: портландцемент, отходы пиления туфа, пенообразователь «Неопор 400», капроновое и базальтовое волокно, полиармирование, пенотуфобетон, фибропенотуфобетон, прочность на изгиб и сжатие, усадка.

Строительные изделия и конструкции из ячеистого бетона находят все большее применение в строительстве [1, 2].

В пенобетонах неавтоклавного твердения используют портландцемент и мелкодисперсные кремнеземистые заполнители [3, 4]. В качестве заполнителя в пенобетонах применяют, в основном, кварцевый песок, что не всегда эффективно с экономической и технической точки зрения. Повышение эффективности применения пенобетонов возможно за счет применения местных строительных материалов, например, вулканических горных пород [5, 6].

Недостатки ячеистых пенобетонов сдерживают их применение в строительстве. Характеристики неавтоклавных ячеистых бетонов можно существенно улучшить в результате армирования фибрами и применения эффективных заполнителей [7-10].

Исследования были направлены на разработку ячеистых пенобетонов неавтоклавного твердения на туфовом песке, армированных капроновыми и базальтовыми фибрами.

В работе применялись: портландцемент ПЦ400-ДО; туфовый песок с размерами зерен до 1,25 мм; фибры капроновые с диаметром 0,02 мм; фибры базальтовые марки РНБ-9-1200-4с; вспениватель «Неопор 400».

В предыдущих экспериментально-теоретических исследованиях нами разработаны ячеистые фибропенобетоны с использованием вулканического туфового песка и синтетических волокон. Выявлены параметры фибрового армирования, разработана технология изготовления изделий из фибропенотуфобетона.

Исследованиями получен фибропенотуфобетон со средней плотностью 500 кг/м³, отвечающий требованиям государственного стандарта [11].

С целью снижения усадочных деформаций и повышения прочностных характеристик пенотуфобетона нами были изготовлены образцы фибропенобетона плотностью 500 кг/м³ с различным содержанием капроновой и базальтовой фибры. Для исследований формовались балочки размерами 40×40×160 и 70×70×280 мм методом литья, после выдержки в течение 16 ч они подвергались тепловой обработке. Образцы испытывались на изгиб и сжатие после сушки при $t = 105^{\circ}\text{C}$. Отношение длины волокон к их диаметру l/d равнялось 200 для капроновой фибры и 600 для базальтовой фибры и оставалось неизменным. Серии моноармированных образцов содержали 0,1, 0,2, 0,4 и 0,6 % фибры по объему. Полиармированные образцы содержали различные проценты армирования по объему. Фибра вводилась в готовую пенобетонную смесь. Водотвердое отношение оставалась неизменным и равнялось 0,43.

Результаты исследований приведены на рисунках 1–3.

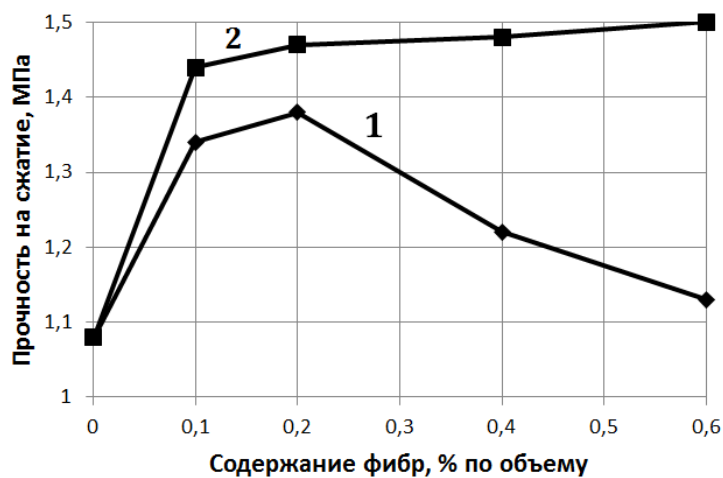


Рис. 1. Зависимость прочности на сжатие фибропенотуфобетона от содержания фибр в % по объему
1 – армирование капроновыми волокнами; 2 – армирование базальтовыми волокнами

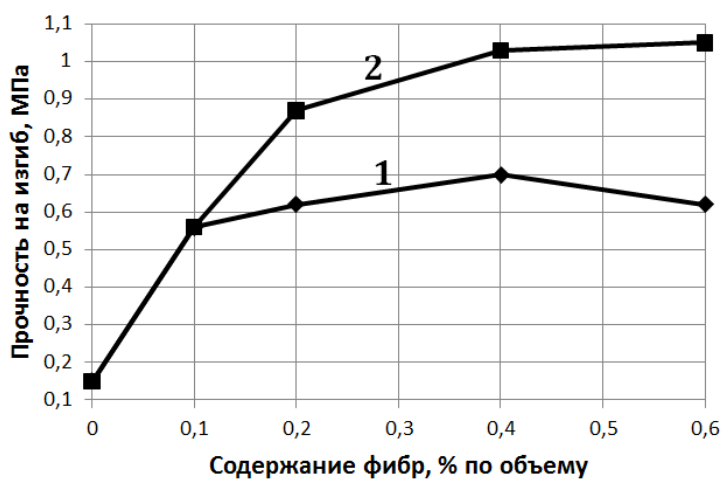


Рис. 2. Зависимость прочности при изгибе фибропенотуфобетона от содержания фибр в % по объему
1 – армирование капроновыми волокнами; 2 – армирование базальтовыми волокнами

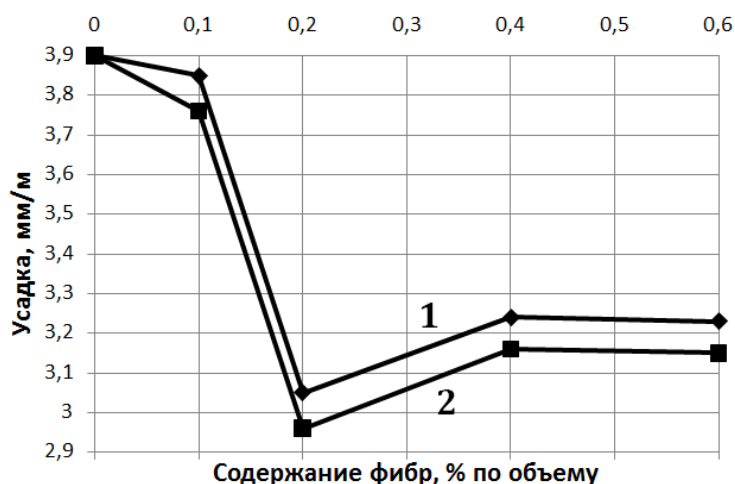


Рис. 3. Зависимость усадки фибропенотуфобетона от содержания фибр в % по объему

1 – армирование капроновыми волокнами; 2 – армирование базальтовыми волокнами

Из рисунка 1 следует, что прочность при сжатии пенотуфобетона, армированных капроновыми или базальтовыми волокнами, возрастает незначительно, максимальный рост прочности на 38 % наблюдается для образца с 0,6 % по объему базальтовой фибры. Наблюдается существенный рост прочности при изгибе на 110 % для образца с 0,6 % по объему базальтовой фибры (рис. 2).

Комбинации капроновых и базальтовых волокон для армирования фибропенобетона может существенно улучшить их свойства. Полиармирование до 0,8 % по объему фибрами не обеспечивает заметного изменения прочностных свойств фибропенотуфобетона по сравнению с фибропенотуфобетоном, армированным базальтовыми волокнами.

Введение капронового или базальтового волокна в пенотуфобетон обеспечивает снижение усадки на 21-24 % (рис. 3). Составы с капроновой фиброй в количестве 0,2 % по объему имеют наименьшую усадку, равную 3,05 мм/м. Образцы фибропенотуфобетона с содержанием базальтовых волокон 0,2 % по объему имеют наименьшую усадку – 2,95 мм/м.

Фибропенотуфобетоны, армированные капроновыми и базальтовыми волокнами в количестве 0,2 % и 0,4 % по объему соответственно имеют наименьшую усадку – 2,6 мм/м.

Полиармирование снижает усадку на 50 % по сравнению с пенотуфобетоном и на 17 % с фибропенотуфобетоном, армированным базальтовыми волокнами.

Таким образом, дисперсное полиармирование пенотуфобетона обеспечивает существенное снижение усадочных деформаций.

Литература

1. Моргун Л.В., Моргун В.Н., Пименова Е.В., Смирнова П.В., Набокова Я.С. Возможность применения неавтоклавного фибропенобетона в крупнопанельном домостроении // Строительные материалы. 2011. №3. С. 19–21.
2. Магдеев У.Х., Гиндин М.Н. Современные технологии производства ячеистого бетона // Строительные материалы. 2001. №2. С. 2–6.
3. Моргун В.Н., Пушенко О.В. О структуре фибропенобетонов // Инженерный вестник Дона, 2012. №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/955.
4. Lindon K.A. Coal Fired Power Station Ash Products and EU Regulation // Coal Combustion and Gasification Products. 2009. №1. pp. 63–66.
5. Ахматов М.А. Эффективность применения местных строительных материалов и бетона. Нальчик: Эльбрус, 1986. 160 с.
6. Ахматов М.А. Эффективность применения легких бетонов, изделий и конструкций из них // Строительные материалы. 1998. № 4. С. 9 – 13.
7. Волков И.В. Проблемы применения фибробетона в отечественном строительстве // Строительные материалы. 2004. №6. С. 12.
8. Nassif H., Aktas K., Najm H., Suksawang N. Concrete Shrinkage Analysis for Bridge Deck Concrete // Technical report. 2007. pp. 3–43.



9. Моргун Л.В., Моргун В.Н. Технология производства и применение фибробетона в строительстве // Строительные материалы. 2005. №8. С. 34–35.

10. Хежев Т.А., Даов Н.А., Исмаилов А.С., Молов К.В., Кашуков А.Ж., Чегемов Р.А. Фибропеногипсобетонные композиты с применением вулканического пепла // Инженерный вестник Дона, 2017. №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4036.

11. Хежев Т.А., Пухаренко Ю.В., Хашукаев М.Н. Пенобетоны на основе вулканических горных пород // Строительные материалы. 2005. №2. С. 55–57.

References

1. Morgun L.V., Morgun V.N., Pimenova E.V., Smirnova P.V., Nabokova Ya.S. Stroitel'nyye materialy. 2011. №3. pp. 19–21

2. Magdeyev U.KH., Gindin M.N. Stroitel'nyye materialy. 2001. №2. pp. 2–6.

3. Morgun V.N., Pushenko O.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/955.

4. Lindon K.A. Coal Combustion and Gasification Products. 2009. №1. pp. 63–66.

5. Akhmatov M.A. Effektivnost' primeneniya mestnykh stroitel'nykh materialov i betona [Effectiveness of the application of local building materials and concrete]. Nal'chik: El'brus, 1986. 160 p.

6. Akhmatov M.A. Stroitel'nye materialy. 1998. № 4. pp. 9–13.

7. Volkov I.V. Stroitel'nye materialy. 2004. №6. P. 12.

8. Nassif H., Aktas K., Najm H., Suksawang N. Technical report. 2007. pp. 3–43.

9. Morgun L.V., Morgun V.N. Stroitel'nyye materialy. 2005. №8. pp. 34–35.



10. Khezhev T.A., Daov N.A., Ismaylov A.S., Molov K.V., Kashukoyev A.Zh., Chegemov R.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4036.

11. Khezhev T.A., Pukharenko Yu.V., Khashukayev M.N. Stroitel'nyye materialy. 2005. №2. pp. 55–57.