

Краткий обзор научных публикаций: современный взгляд на проблему получения и применения фибробетона

С.Г. Абрамян, Е.М. Пиунов, И.З. Курбанов

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: Цель данной статьи – выявить основные направления применения фибробетона, основываясь на результатах краткого обзора научных работ зарубежных исследователей, опубликованных в последний год. Установлено, что в исследованиях в основном освещаются вопросы возможности применения фибробетона для усиления кирпичных, бетонных, а также деревянных конструктивных элементов при реконструкции зданий и сооружений. Часть исследований посвящена проблеме рециркуляции строительных отходов, особенно стекла и бетона, и получения из них фибробетона. Такой подход позволяет сохранить экологическое равновесие окружающей природной среды, так как вопросы утилизации техногенных отходов являются актуальными для всех стран мира.

Ключевые слова: область применения фибробетона, переработка строительных отходов, сохранение окружающей среды.

Фибробетон как композиционный строительный материал известен более ста лет. Однако более подробно в научных разработках зарубежных ученых данный материал рассматривался с 1960-го года, а в России – с середины семидесятых годов XX века [1]. В настоящее время существует немало разновидностей этого материала, находящего применение в различных строительных технологических процессах. Особая популярность фибробетона связана с его отличительными от традиционного бетона характеристиками: повышенной прочностью, стойкостью к температурным воздействиям и перепадам, высокой водопроницаемостью, истираемостью и т.д. [2–4].

Область применения фибробетона зависит от вида фибры, введенной в матрицу строительной смеси. Например, при возведении несущих конструктивных элементов применяется стальная фибра или некоторые виды синтетических фибр, для отделочных работ используют строительные смеси со стеклофиброй, а для возведения жаропрочных конструктивных элементов – базальтовую фибру и т.д. Отметим, что строительные смеси с различными

видами фибр используются как при изготовлении конструктивных элементов, имеющих широкое применение при возведении зданий с применением аддитивных технологий [5, 6], в подземном строительстве [7], так и при возведении высотных монолитных зданий, поскольку, кроме перечисленных достоинств, строительные системы из фибробетона сейсмоустойчивы [8, 9].

Обзор зарубежных научных публикаций за последние десять лет показывает, что применение фибробетона из стеклянного волокна (полученного путем рециркуляции битого строительного стекла) решает также экологические проблемы [10–13].

В частности, работе [10] указывается на возможность применения стальных волокон, полученных путем переработки стальных корд использованных автомобильных шин, в качестве фибры. В целях выявления прочностных характеристик фибробетона путем введения фибры, полученной из изношенных шин, в матрицу строительной смеси авторами проводились соответствующие эксперименты. Полученные результаты показали «удовлетворительное поведение дисперсно-армированного бетона, армированного вторичными стальными волокнами».

В работах [12, 13] подчеркивается сложность переработки некоторых строительных материалов, в частности строительного стекла [12], и возможность их применения для изготовления фибробетона не только откроет новый этап жизненного цикла строительных (и других техногенных) отходов, но и решит вопросы, связанные с устойчивым развитием строительного производства [14]. Как показывают многочисленные исследования, добыча и производство некоторых строительных материалов по энергоэффективности уступают их переработке.

В рамках концепции устойчивого развития строительного производства энергоэффективная реконструкция строительных систем с применением

композитных материалов, в том числе и фибробетона, занимает особое место в научных исследованиях [9, 15–17]. Что касается способов применения фибробетона при реконструкции зданий и сооружений, то это торкретирование старой кирпичной кладки, усиление методом наращивания железобетонных конструктивных элементов и т.д. Такой подход связан с удобоукладываемостью, сверхэластичностью, прочностью и самоуплотнением различных фибробетонных смесей.

В заключение отметим, что анализ вышеприведенных зарубежных публикаций показывает, что на современном этапе фибробетон, как правило, исследуется с точки зрения его применения при реконструкции и капитальном ремонте зданий и сооружений, особенно при усилении конструктивных элементов из кирпича и железобетона, а также с позиции обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития строительного производства.

Литература

1. Горб А.М., Войлоков И.А. Фибробетон — история вопроса. Нормативная база, проблемы и решения. URL: monolitpol.ru/files/monolitpol026.pdf (дата обращения – 09.01.2018).

2. Ибе Е.Е., Шугурова А.В. Перспективы применения фибробетона при строительстве гидротехнических сооружений // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №1 (2017) URL: naukovedenie.ru/PDF/61TVN117.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

3. Новиков Н. С. Огнестойкость и прочность конструкций из фибробетона // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 3 (67). С. 122-127. URL: academygps.ucoz.ru/ttb/2016-3/2016-3.html (Дата обращения 06.04.2018 г.).

4. Enfedaque A., Alberti M., Galvez JC, Beltran, M. Constitutive relationship of polyolefin fibre-reinforced concrete: Experimental and numerical

approaches to tensile and flexural behavior. *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures*. 2018. Vol. 41 (Iss. 2), pp. 358-373. DOI: 10.1111/ffe.12688

5. Panda B., Paul SC, Tan MJ. Anisotropic mechanical performance of 3D printed fiber reinforced sustainable construction material. *Materials Letters*. 2017. Vol. 209, pp. 146-149. DOI: 10.1016/j.matlet.2017.07.123

6. Абрамян С. Г., Илиев А.Б, Липатова С.И. Современные строительные аддитивные технологии. Часть 2. // *Инженерный вестник Дона*, 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4748

7. Страданченко С.Г., Плешко М.С., Армейсков В.Н. Разработка эффективных составов фибробетона для подземного строительства. // *Инженерный вестник Дона*, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1994

8. Гафарова Н.Е. Фибробетон для сейсмоопасных районов строительства // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. № 9-2. С. 179-181. URL: applied-research.ru/ru/article/view?id=10213 (дата обращения: 06.04.2018).

9. Jung D., Zafar A., Andrawes B. Sustainability of civil infrastructure using shape memory technology. *Innovative Infrastructure Solutions*. 2017. Vol. 2 (Iss. 1), Article number: UNSP 28. DOI: 10.1007/s41062-017-0083-6.

10. Leone M., Centonze G., Colonna D., Micelli F., Aiello MA. Fiber-reinforced concrete with low content of recycled steel fiber: Shear behavior. *Construction and Building Materials*. 2018. Vol. 161, pp. 141-155. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.11.101.

11. Ortiz JA, de la Fuente A., Sebastia FM., Segura I., Aguado A. Steel-fibre-reinforced self-compacting concrete with 100% recycled mixed aggregates suitable for structural applications. *Construction and Building Materials*. 2017. Vol. 156, pp. 230-241. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.08.188.

12. Mohajerani A., Vajna J., Cheung THH, Kurmus H., Arulrajah A., Horpibulsuk S. Practical recycling applications of crushed waste glass in construction materials: A review. *Construction and Building Materials*. 2017. Vol. 156, pp. 443-467. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.09.005

13. Mohseni E., Saadati R., Kordbacheh N., Parpinchi ZS, Tang WC. Engineering and microstructural assessment of fibre-reinforced self-compacting concrete containing recycled coarse aggregate. *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 168, pp. 605-613. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.09.070.

14. Абрамян С.Г. Строительное производство и концепция устойчивого развития // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №5 (2017). URL: naukovedenie.ru/PDF/64EVN517.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

15. Mohseni H., Ng CT. Rayleigh wave for detecting debonding in FRP-retrofitted concrete structures using piezoelectric transducers. *Computers and Concrete*. 2017. Vol. 20 (Iss.5), pp. 583-593. DOI: 10.12989/cac.2017.20.5.583.

16. Lignola GP, Caggegi C., Ceroni F., De Santis S., Krajewski P., Lourenco PB, Morganti M., Papanicolaou C., Pellegrino C., Prota A. Performance assessment of basalt FRCM for retrofit applications on masonry. *Composites Part B-Engineering*. 2017. Vol. 128, pp. 1-18. DOI: 10.1016/j.compositesb.2017.05.023.

17. Dong JF, Wang QY, Guan ZW. Material properties of basalt fibre reinforced concrete made with recycled earthquake waste. *Construction and Building Materials*. 2017. Vol. 130, pp. 241-251. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.08.118.

References

1. Gorb A.M., Voilokov I.A. Fibrobeton — istorija voprosa. Normativnaja baza, problemy i reshenija. [Fibre-reinforced concrete — background, normative base (problems and solutions)]. URL: monolitpol.ru/files/monolitpol026.pdf.

2. Ibe E.E., Shugurova A.V. Internet- zhurnal «Naukovedenie» (Rus). Tom 9, №1 (2017). URL: naukovedenie.ru/PDF/61TVN117.pdf.
 3. Novikov N. S. Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti (Rus). 2016. № 3 (67), pp. 122-127. URL: academygps.ucoz.ru/ttb/2016-3/2016-3.html.
 4. Enfedaque A., Alberti M., Galvez JC, Beltran, M. Constitutive relationship of polyolefin fibre-reinforced concrete: Experimental and numerical approaches to tensile and flexural behavior. *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures*. 2018. Vol. 41 (Iss. 2), pp. 358-373. DOI: 10.1111/ffe.12688.
 5. Panda B., Paul SC, Tan MJ. *Materials Letters*. 2017. Vol. 209, pp. 146-149. DOI:10.1016/j.matlet.2017.07.123.
 6. Abramyan S. G., Iliev A.B., Lipatova S. I. *Inženernyj vestnik Dona (Rus)*. 2018. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4748.
 7. Stradanchenko S.G., Pleshko M.S., Armejskov V.N. *Inženernyj vestnik Dona (Rus)*. 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1994
 8. Gafarova N.E. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij (Rus)*. 2016. № 9-2. Pp. 179-181. URL: applied-research.ru/ru/article/view?id=10213.
 9. Jung D., Zafar A., Andrawes B. *Innovative Infrastructure Solutions*. 2017. Vol. 2 (Iss. 1), Article number: UNSP 28. DOI: 10.1007/s41062-017-0083-6.
 10. Leone M., Centonze G., Colonna D., Micelli F., Aiello MA. *Construction and Building Materials*. 2018. Vol. 161, pp. 141-155. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.11.101.
 11. Ortiz JA, de la Fuente A., Sebastia FM., Segura I., Aguado A. *Construction and Building Materials*. 2017. Vol. 156, pp. 230-241. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.08.188.
 12. Mohajerani A., Vajna J., Cheung THH, Kurmus H., Arulrajah A., Horpibulsuk S. *Practical recycling applications of crushed waste*
-



glass in construction materials: A review. *Construction and Building Materials*. 2017. Vol. 156, pp. 443-467. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.09.005.

13. Mohseni E., Saadati R., Kordbacheh N., Parpinchi ZS, Tang WC. *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 168, pp. 605-613. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.09.070.

14. Abramyan S. G. Internet- zhurnal «Naukovedenie» (Rus). Tom 9, №5 (2017). URL: naukovedenie.ru/PDF/64EVN517.pdf.

15. Mohseni H., Ng CT. *Computers and Concrete*. 2017. Vol. 20 (Iss.5), pp. 583-593. DOI: 10.12989/cac.2017.20.5.583

16. Lignola GP, Caggegi C., Ceroni F., De Santis S., Krajewski P., Lourenco PB, Morganti M., Papanicolaou C., Pellegrino C., Prota A. Performance assessment of basalt FRCM for retrofit applications on masonry. *Composites Part B Engineering*. 2017. Vol. 128, pp. 1-18. DOI: 10.1016/j.compositesb.2017.05.023.

17. Dong JF, Wang QY, Guan ZW. *Construction and Building Materials*. 2017. Vol. 130, pp. 241-251. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.08.118.