

DOI: 10.12737/article_5c5062035ff268.92870890

^{1,*}Дроков А.В.¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

*E-mail: a.drack@yandex.ru

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СОСТАВОВ ФИБРОБЕТОНОВ

Аннотация. В работе рассмотрено применение отходов автомобильной промышленности в качестве вторичного сырья для производства фибры. В качестве отходов рассмотрено применение отработанных радиальных автомобильных покрышек диаметром от 14 до 24 дюймов. Использование именно радиальных покрышек целесообразно в связи с тем, что внутренний каркас, используемый в качестве основания будущей фибры, расположен радиально, относительно самой покрышки. Бортовая часть не используется в производстве фибры ввиду отсутствия металлического каркаса. Использование диагональных покрышек, применяя данную технологию, невозможно в связи с диагональным расположением каркаса покрышки. Получение дисперсно-армируемого материала из утилизированных радиальных автомобильных покрышек осуществляется по запатентованной технологии автора статьи. Конечным продуктом является стальная прорезиненная фибра. Использование описанного выше вторичного сырья позволит сделать фибробетон более доступным, не снижая его прочностных характеристик. А наличие резиновой оболочки, окутывающей стальную центральную часть, позволяет снизить воздействие агрессивных сред на сталь, не позволяя ей корродировать. Применение именно этих отходов будет способствовать, помимо снижения себестоимости фибробетона, замедлению роста территорий свалок, растущих ежегодно, по данным Greenpeace, на площадь равную Москве и Санкт-Петербургу, взятым вместе.

Ключевые слова: фибробетон, фиброобразующий шинорасщипляющий агрегат, фибра, автомобильная покрышка.

Введение. В связи с растущими темпами возведения зданий и сооружений, ростом городов возникает потребность в использовании строительных материалов, обеспечивающих требуемые прочностные характеристики. Одним из таких материалов является фибробетон [1].

Впервые в России фибробетон был применён в 1976 году, когда его впервые использовали для строительства взлетно-посадочной полосы. Но в то время этот материал не получил широкого применения в нашей стране, в связи с тем, что технология производства фибробетона и сама фибра на тот момент были недоработаны [2].

Фибра представляет собой волокна, применяемые для дисперсного армирования бетона, газо- и пенобетона, полистиролбетона, также добавляется в строительный раствор, сухие строительные смеси и т.п. [3].

Волокна производятся из следующих материалов: из полиакрилонитрила (ПАН) и карбонизированного ПАН (углеродного волокна), а также других часто применяемых материалов (стали, стекла, базальта, полимеров, полиэфиров и пр.).

Дисперсное армирование повышает физико-механические характеристики материалов по всему их объёму, обладает повышенной адгезией к цементу и прочно встраивается в матрицу бетонов. Микроармирующий элемент для фибробе-

тона является эффективной усиливающей добавкой, используется во всех типах бетонов, когда необходимо исключить появление деформационных трещин, возникающих из-за механического воздействия или усадки (например, при заливке полов) [4]. Использование фибры дает возможность избежать трудоемких операций армирования [5].

У фибробетона множество достоинств, но есть и один значительный недостаток – высокая стоимость [6]. Это связано с относительно высокой стоимостью дисперсно-армирующих элементов или, как их ещё называют, фиброй [7, 8]. Также стоит заметить, что не во всех городах нашей страны имеются заводы, выпускающие фибру [9], что в свою очередь повышает её стоимость с учётом транспортировки к месту проведения строительных работ. Поэтому рационально использовать в качестве армирующего материала фибру, являющуюся вторичным сырьём, например, получаемую из отработанных автомобильных радиальных покрышек.

Основная часть. Одной из глобальных проблем в нашей стране является увеличение размеров территорий свалок, как видно на рис. 1. Каждый год в России территория под свалки увеличивается на площадь, равную Москве и Санкт-Петербургу, взятым вместе. Это при том, что мусорные свалки в России уже занимают пространство, вдвое большее, чем Швейцария. Стоки с

этих свалок попадают в подземные воды, а люди, живущие рядом с ними, чувствуют удушливый запах. К тому же отходы периодически горят и отравляют воздух. Сжигание мусора на специальных заводах приводит к росту онкологических заболеваний [10]. По данным статистики, в РФ на каждую тысячу жителей приходится 284 автомобиля [11]. Срок службы автомобильных покрышек варьируется от 2 до 4 сезонов, потом эти самые покрышки попадают на вышеуказанные территории свалок. Период разложения материала, из которого состоят шины, составляет около 100 лет.



Рис. 1. Обширная территория свалки автомобильных покрышек

На сегодняшний день запатентованы некоторые способы утилизации автомобильных покрышек. Один из способов позволяет утилизировать изношенные автомобильные шины и отходы резинотехнических изделий. Утилизация изношенных автомобильных шин заключается в термической обработке шин в экстракторе, заполненном нефтяным мазутом или гудроном, циркулирующим снизу-вверх, при температуре 260–290 °С до полного растворения резины в специальной установке, показанной на рис. 2.

При этом процесс растворения резины сопровождается процессом вращения перерабатываемых покрышек в разные стороны относительно друг друга. Силы трения, возникающие в точках соприкосновения покрышек, способствуют ускорению процесса растворения, а, следовательно, и сокращению времени на переработку. Технический результат состоит в сокращении времени утилизации автомобильных шин и повышении производительности процесса. Получаемые резинобитумные композиции используют как материал для гидроизоляции, кровельных работ, для приготовления асфальтобетона. [12]. Также существуют способы утилизации автомобильных шин (изношенных, бракованных и пр.), содержащих металлокордный брекер и каркас из металлического или текстильного корда

[13], без последующего применения в качестве вторичного сырья для строительной индустрии или других сфер промышленности.

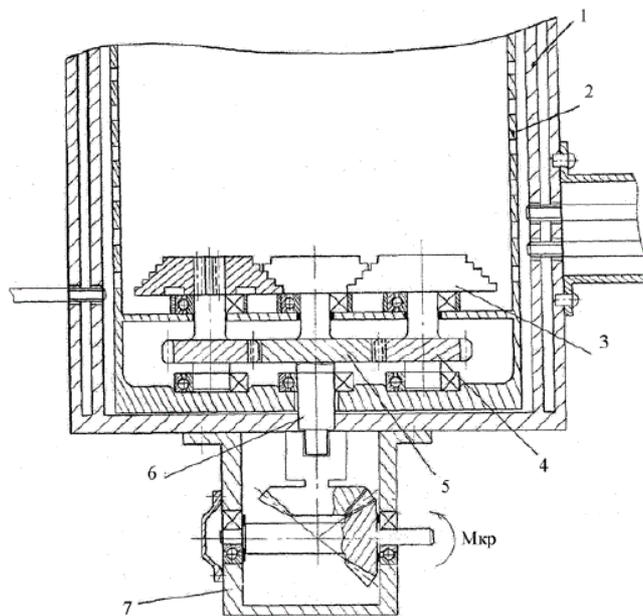


Рис. 2. Установка для утилизации автомобильных шин 1 – экстрактор; 2 – перфорированная корзина; 3 – дисковые опоры; 4 – ведомые шестерни; 5 – ведущая шестерня; 6 – вал привода; 7 – конический редуктор

В связи с возросшей популярностью фибробетона и изделий из него, более рационально использовать отработанные автомобильные покрышки в качестве сырья для него, а именно как дисперсно-армирующий материал. Это позволит снизить себестоимость фибробетона, не влияя на его прочностные характеристики.

По данному способу утилизации автомобильных шин был проведен патентный поиск, и было выявлено, что данная идея обладает научной новизной и актуальна на территории Российской Федерации. Процесс получения фибры, осуществляемый посредством фиброобразующего шинорасшипляющего агрегата (далее ФОШРА) показан на рисунке 3.

Отработанная автомобильная покрышка диаметром от 14 до 24 дюймов загружается в фиксирующий барабан 1, который с помощью гидравлических поршней 2 изменяет свой диаметр, подстраиваясь под диаметр покрышки. С помощью режущего диска 3, установленного на выдвижном штоке 4, осуществляется горизонтальный пропил покрышки, с целью последующей фиксации армированной резиновой ленты на конвейере 11 фиксатором 10. После горизонтального пропила, фиксирующий барабан 1 приводится в движение вокруг оси 2.1, с отделением боковых частей покрышки двумя режущими лезвиями 5, установленными на выдвижных штоках 6.

После закрепления армированной резиновой ленты фиксатором 10, полученной из автомобильной покрышки, конвейер 11 приводится в движение, с одновременным опусканием комплекса режущих дисков 7, установленных на расстоянии, равном требуемой ширине фибры. В процессе движения конвейера 11 относительно металлического стенда 12, закрепленного на стойках 13, комплекс режущих дисков 7 разрезает армированную резиновую ленту на полосы, шириной, равной требуемой ширине фибры, а

именно 1 мм. При приближении к комплексу режущих дисков 14, установленных на оси 16 на расстоянии, равном требуемой длине фибры, которая варьируется от 40 до 60 мм., посредством опускного механизма 15, вращаясь вокруг оси 15 комплекс режущих дисков 16 нарезает фибру требуемой длины. Далее конвейерная лента 11 доставляет готовую фибру в фиброприемную воронку 17, по которой фибра через рукав 18 попадает в ящик для фибры 19, с последующей упаковкой и доставкой к месту применения [14–16].

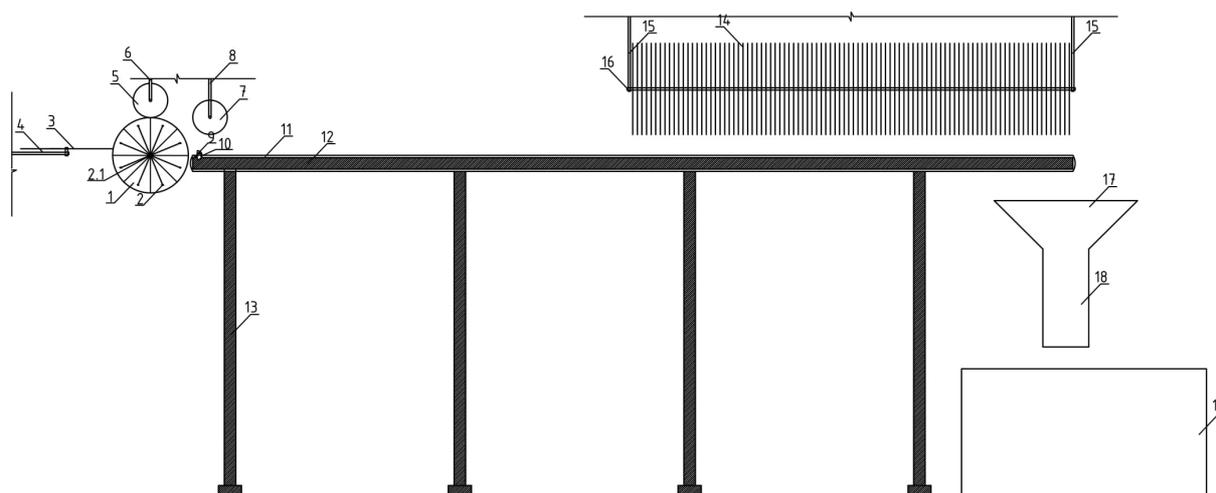


Рис. 3. ФОШРА, фронтальный вид

Описанная запатентованная технология позволяет получать дисперсно-армирующий материал отличный от наиболее распространённого – стальной фибры тем, что слой резины, представляющий собой оболочку данной фибры, обеспечивает антикоррозийное покрытие, тем самым повышая долговечность фибробетона.

Выводы. Таким образом, можно сделать вывод, что использование отходов автомобильной промышленности в виде отработанных радиальных покрышек позволяет снизить себестоимость фибробетона без снижения прочностных характеристик. Также использование этой разновидности армирующего материала позволит утилизировать отработанные автомобильные покрышки, снижая тем территории свалок, увеличивающиеся ежегодно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рабинович Ф.Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технологии, конструкции. Москва, 2004. 560 с.

2. Курбатов В.Л., Дроков А.В. История фибробетона и его современное применение в России и за рубежом. Актуальные вопросы современной науки // Сборник научных докладов № 21 XXI-ой

Международной научно-практической конференции Минеральные Воды: Копир. множ. бюро СКФ БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. С. 48–52.

3. Баженов Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны. М.: Изд. АСВ, 2006. 368 с.

4. Фибробетон. Свойства и характеристики [Электронный ресурс] / URL: <http://fibro-beton.ru/q1.html>. (18.07.2018)

5. Землянухин А. Д. Фибробетон, устойчивый к воздействию высоких температур // Молодой ученый. 2016. №28. С. 88–90.

6. Перепечко С. А. Фибробетон и его использование в северных регионах России // Молодой ученый. 2017. №2. С. 185–187.

7. Комарова Н.Д. Аспекты модифицирования цементно-бетонных систем. Научные итоги: достижения, проекты, гипотезы // Сборник научных докладов №19 XIX-ой Международной научно-практической конференции. Минеральные Воды: Копир. множ. бюро СКФ БГТУ им. В.Г.Шухова. 2014. С. 20–24.

8. Крылов Б.Н. Фибробетон и его свойства // Обзор. Вып.4 ЦИНИС. Москва. 1979. С. 8–11.

9. Ахмеднабиев Р.М., Калиман А.М., Кравчук Н.Ю. Влияние различных волокон на свойства фибробетонов // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. XXII междунар.

науч.-практ. конф. Новосибирск: СибАК. 2013. С. 34–36.

10. GREENPEACE. Проблема отходов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/waste> (дата обращения 18.07.2018).

11. РБК. AUTONEWS [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autonews.ru/news> (дата обращения 25.03.2017).

12. Пат. 2377274 Российская Федерация, МПК51 В29В 17/00(2006.01). Способ утилизации изношенных автомобильных шин / А.И. Горностаев, Я.А. Нечипорук; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО "Рязанский военный автомобильный институт имени генерала армии В.П. Дубынина". № 2008118635/04, заявл. 12.05.2008; опублик. 27.12.2009, Бюл. № 36. 3 с.

13. Пат. 2473422 Российская Федерация, МПК51 В29В 17/00(2006.01). Способ разрезания покрышек / А.А. Вещев, А.Е. Соколов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО "Ярославский

государственный технический университет". № 2011131115/05, заявл. 25.07.2011; опублик. 27.01.2013, Бюл. № 3. 8 с.

14. Курбатов В.Л., Дроков А.В. Фибробетон на отходах автомобильной промышленности. / Университетская наука «Научные основы современного прогресса»: журнал по материалам XXV-ой международной научно-практической конференции // Северо-Кавказский филиал Белгор. гос. технол. ун-та. (Минеральные Воды 23 марта 2017 г.). Минеральные Воды: Копир. множ. бюро СКФ БГТУ им. В.Г. Шухова. №3. 2017. С. 7–10.

15. Курбатов В.Л., Римшин В.И. Проектирование и капитальное строительство. Том 1. Минеральные Воды: Копир. множ. бюро СКФ БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. С.454–467.

16. Ковалева А.Ю. Формирование макроструктуры сталефибробетонов (на примере токарной фибры): Автореф. дис. канд. техн. наук. СПб, 2001. 22 с.

Информация об авторах

Дроков Алексей Викторович, аспирант кафедры строительства и городского хозяйства. E-mail: a.drack@yandex.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в декабре 2018 г.

© Дроков А.В., 2019

^{1,*}**Drokov A.V.**

¹*Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46*

**E-mail: a.drack@yandex.ru*

RATIONAL WASTE MANAGEMENT IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY AT DESIGN OF FIBROBETON COMPOSITION

Abstract. *The use of waste in the automotive industry as a secondary raw material for the production of fiber is considered. Used radial tires of 14 to 24 inches diameter are reviewed as a waste. The utilization of radial tires is advisable, as the inner frame is used for future fiber. The side part is not suitable for fiber production due to the lack of a metal frame. In this technology, the use of diagonal tires is impossible due to the diagonal arrangement of the tire carcass. The preparation of dispersed-reinforced material from recycled radial tires is carried out according to the patented technology of the article's author. The final product is steel rubberized fiber. The use of above-mentioned secondary raw materials makes fiber-reinforced concrete more accessible, keeping its strength characteristics. The rubber covering avoids the corrosion of steel central part. The use of discussed waste will reduce the cost of fiber-reinforced concrete and the landfills growth, which increase annually to an area equal to Moscow and St. Petersburg according to Greenpeace.*

Keywords: *fiber-reinforced concrete, fibro-forming splintering aggregate, fiber, automobile tire.*

REFERENCES

1. Rabinovich F.N. Composites based on dispersed-reinforced concrete. Questions of theory and design, technology, design. Moscow. 2004, 560 с.

2. Kurbatov V.L., Drokov A.V. The history of fiber-reinforced concrete and its modern application in Russia and abroad. Collection of scientific reports

No. 21 of the XXI International Scientific and Practical Conference "Actual problems of modern science". Mineralnye Vody: NCB of BSTU named after V.G. Shukhov. 2015, pp. 48–52.

3. Bajenov Y.M. Modified high-quality concrete. Moscow: ACB. 2006, 368 p.

4. Fibroconcrete. Properties and characteristics. Available at: <http://fibro-beton.ru/q1.html> (accessed 18.07.2018)
5. Zemlianykhin A.D. High-temperature resistant fibrous concrete. *Young scientist*, 2016, no.28, pp. 88–90.
6. Perepechko S.A. Fiber-concrete and its use in the northern regions of Russia. *Young scientist*, 2017, no.2, pp. 185–187.
7. Komarova N.D. Aspects of modifying cement-concrete systems. Collection of scientific reports № 19 of the XIX International Scientific and Practical Conference “Scientific results: achievements, projects, hypotheses”. *Mineralnye Vody: NCB of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2014, pp. 20-24.
8. Krilov B.N. Fiber-reinforced concrete and its properties. *Survey Release No. 4 CINIS*. Moscow, 1979, pp. 8–11.
9. Ahmednabiev R.M., Kaliman A.M., Kravchuk N.U. Effect of different fibers on the properties of fiber-reinforced concrete. *Technical sciences - from theory to practice: a collection of articles on the materials of the 22nd International Scientific and Practical Conference*. Novosibirsk, SibAK. 2013, pp. 34–36.
10. GREENPEACE. The problem of waste. Available at: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/waste> (accessed 18.07.2018).
11. RBK. AUTONEWS. Available at: <https://www.autonews.ru/news> (accessed 18.07.2018).
12. Gornostaev A.I., Nechiporyk Y.A. The way of recycling worn automobile tires. Patent RF, no. 2377274, 2009.
13. Veschev A.A., Sokolov A.E. Method of cutting tires. Patent RF, no. 2473422, 2013.
14. Kurbatov V.L., Drovkov A.V. Fibroconcrete for automotive waste. University science "Scientific foundations of modern progress": a journal on the materials of the 25th International Scientific and Practical Conference, 2017, no.3, pp. 7–10.
15. Kurbatov V.L., Rimshin V.I. Designing and capital construction. Volume 1. *Mineralnye Vody: NCB of BSTU named after V.G. Shukhov*, 2014, pp. 454–467.
16. Kovaleva A.Y. Formation of the macrostructure of steel-fiber concrete (on the example of turning fiber): Abstract of the thesis of Cand.Tech.Sci. St. Petersburg, 2001, 22 p.

Information about the authors

Drovkov, Alexey V. Postgraduate student. E-mail: a.drack@yandex.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in August 2018

Для цитирования:

Дроков А.В. Рациональное использование отходов автомобильной промышленности при проектировании составов фибробетонов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №12. С. 28–32. DOI: 10.12737/article_5c5062035ff268.92870890

For citation:

Drovkov A.V. Rational waste management in the automotive industry at design of fibroconcrete composition. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*, 2019, no. 1, pp. 28–32. DOI: 10.12737/article_5c5062035ff268.92870890