

# ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**Белова Т.К., Коханенко Е.О.**

**Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

В последние годы дисперсное армирование бетонов и растворов волокнами стало получать всё более широкое распространение [1,2]. Дисперсное армирование позволяет повысить прочность на растяжение и трещиностойкость конструкции, а также ударную вязкость [3].

Дисперсно армированные бетоны и растворы представляют собой один из видов обширного класса композиционных материалов, которые в настоящее время широко применяются в различных отраслях промышленной индустрии [4].

Один из первых патентов в области дисперсного армирования принадлежит Д. Берадру и относится к 1874 г. Но первым исследователем свойств сталефибробетона следует считать русского инженера В.П. Некрасова, который в начале XX в. провел ряд экспериментально-теоретических исследований в том числе изготовил первые опытные конструкции из сталефибробетона [5].

Вклад в изучение технологии дисперсно армированных композиционных материалов привнесли российские и зарубежные ученые: Бирюкович К.Л., Бирюкович Ю.Л., Бирюкович Д.Л., Волков И.В., Гетун Г.В., Джигирис Д.Д., Евсеев Б.А., Карпипос Д.М., Лобанов И.А., Лысенко Е.Ф., Маджумдар А.Д., Мандель Д.А., Некрасов В.П., Пашенко А.Л., Петраков Б.И., Пухаренко Ю.В., Рабинович Ф.Н., Рыбасов В.П., Сербии В.П. и др.

В настоящее время возможности получения композиционных материалов довольно обширны, и перечень волокон искусственного происхождения весьма широк: от весьма дефицитных, к примеру, из карбида, либо нитрита кремния, бора, углерода, сапфира, вольфрама; вплоть до относительно общедоступных с целью их использования в массовом строительстве - стальных, стеклянных, базальтовых, полимерных. В качестве армирующих элементов для бетонов и растворов имеют все шансы применяться и природные волокна: асбестовые, древесные (целлюлозные), сизалевые, букочные, тростниковые, джутовые и др. Но не все волокна соответствуют требованиям, предъявляемым к арматуре. В первую очередь, следует принимать во внимание такие характеристики как прочность, деформативность, химическая стойкость армирующего материала, его адгезия к материалу матрицы, коэффициент линейного расширения и т.д. Существенное значение имеет цена армирующих волокон и объемы их изготовления, которые в ряде случаев представляют решающее значение.

В качестве материала, пригодного для дисперсного армирования, имеет все шансы стать базальтовая микрофибра, модифицированная фуллероидами (таблица 1). Введение модифицированных наполнителей в состав раствора даст возможность сформировать плотную структуру композита на микро- и наномасштабных уровнях, однако отсутствие исследований технологии приготовления растворной

смеси с применением волокон указанного типа сдерживает их интенсивное введение в строительную практику [6].

Таблица 1 - Основные параметры МБМ

№ п/п	Параметр	Значение
1	Средний диаметр волокна, мкм	8-10
2	Средняя длина волокна, мкм	100-500
3	Насыпная плотность, не более, т/м <sup>3</sup>	0,45
4	Влажность, не более, %	2
5	Органическая часть по массе, не более, %	2
6	Цвет	желто-коричневый
7	Наномодификатор	астралены, водорастворимые аддукты углеродных нанокластеров

Существует ряд методов приготовления фиброармированных растворов, они разделяются на методы с введением волокон в период приготовления растворной смеси и с введением волокон в период укладки (формования) растворной смеси (рис.1).

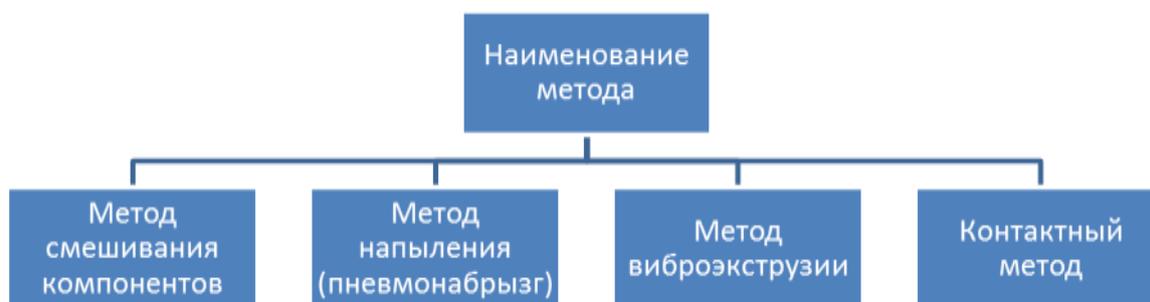


Рисунок 1.-Методы приготовления фиброармированной смеси

При технологии введения армирующих волокон на стадии приготовления растворной смеси сперва выполняется приготовление фиброармированной композиции в смесителе, а далее её укладка в конструкцию. К указанной технологии относится метод смешивания компонентов [7].

При технологии введения фибр на стадии укладки, либо формования смеси, приготовление композиции осуществляется напрямую в ходе формования конструкции: метод напыления, метод виброэкструзии, контактный метод.

При каждом методе должно быть обеспечено равномерное распределение армирующих волокон в объеме смеси.

Метод смешивания компонентов базируется на простых способах перемешивания компонентов растворной смеси и состоит во введении армирующих волокон напрямую в смеситель входе приготовления смеси.

Достоинствами метода смешивания компонентов считаются:

- возможность получения фиброармированной смеси непосредственно на строительной площадке;
- возможность применения в технологическом процессе сухих строительных смесей;
- возможность транспортирования готовой фиброармированной смеси или укладки в конструкцию непосредственно из смесителя в зависимости от конфигурации и положения конструкции, стесненности условий;
- качество армирования смеси зависит от технологических характеристик смесителя и растворонасоса, от режима смешивания и от состава смеси и, в меньшей степени, от квалификации рабочего.

Метод смешивания компонентов эффективен при применении волокон, не предрасположенных к слеживаемости и комкованию в ходе размешивания, т.е. грубых волокон в отсутствии сформированной боковой плоскости.

Метод напыления компонентов (пневмонабрызг) позаимствован из технологии производства стеклопластиков и заключается в том, то что на отделяемую поверхность при помощи растворонасоса и пистолета-напылителя, в котором под воздействием сжатого воздуха совершается распушка волокон и их смешивание с цементно-песчаной смесью, наносятся армирующие волокна и растворная смесь. Это метод удобен при производстве штукатурных работ, с применением в качестве армирующих волокон отрезков комплексных нитей, получаемых при рубке нитей с бобин. К минусам данного метода необходимо отнести нестабильность работы комплекта машин и зависимость качества армирования в большей степени от квалификации рабочего.

Метод виброэкструзии состоит в следующем: готовая растворная смесь поступает на ленточный транспортер, далее равномерным слоем в зависимости от процента армирования в растворную смесь из вибробункера подаются армирующие волокна, затем растворная смесь с армирующими волокнами проходит через калибратор, где с помощью прижимного валика выполняется втапливание волокон. Затем по транспортеру смесь перемещается с целью укладки в конструкцию или форму. Этот метод не даёт возможность получить объемное распределение армирующих волокон и трудоёмок при применении в условиях стройплощадки, так как работа с транспортером затруднительна в условиях закрытых помещений и в стеснённых условиях.

Метод контактного формования применяется при производстве плоских крупногабаритных изделий из фиброармированного цемента. При формовании изделий этим методом армирующие волокна послойно укладывают на плоскость подготовленной формы, и каждый слой пропитывают растворной смесью. При армировании имеют все шансы применяться волокна большой длины, либо нити.

К плюсам этого метода можно отнести простоту технологии и возможность ориентирования армирующих компонентов в направлении растягивающих усилий, которые станут появляться в создаваемой конструкции. Главным минусом этого метода считается в таком случае то, что он требует значительного числа малопроизводительного ручного труда, а свойства получаемых изделий полностью зависят от мастерства и навыков рабочего. Помимо этого, указанный метод, ровно как и метод погружения армирующих волокон в растворный состав под действием вибрации, неэффективен при устройстве монолитных покрытий на стройплощадке, он больше подходит для производства строительных конструкций в заводских условиях. Такие методы производства фиброармированных конструкций, ровно как метод намотки, метод мокрого формования, метод гнутья в сыром состоянии также нацелены на изготовление определённого изделия в заводских условиях и принадлежат к индустрии производства строительных материалов.

Таким образом, более многоцелевым, технологичным и оптимальным для приготовления фиброармированного растворного состава при производстве работ по устройству монолитных покрытий в условиях строительной площадки считается метод смешивания компонентов. Вследствие того, что даёт возможность изготавливать фиброармированную смесь вне зависимости от конфигурации размеров конструкции, гарантирует пространственное распределение армирующих волокон в смеси, способен реализоваться в обычных растворосмесительных установках.

#### *Список литературы*

- 1. Страданченко, С. К. Разработка эффективных составов фибробетона для подземного строительства / С. К. Страданченко, М.С. Плешко // Инженерный вестник Дона. – 2013. – №4. – С. 632-635.*
- 2. Моргун, В. Н. О структуре фибропенобетонов / В.Н Моргун, О.В. Пушенко // Инженерный вестник Дона. – 2012. – №3. – С. 619-622.*
- 3. Рабинович, Ф.Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции / Ф.Н. Рабинович. – Москва : издательство АСВ, 2004. – 560 с. – ISBN 5-93093-306-5.*
- 4. Белова, Т.К. Исследование влияния дисперсного армирования модифицированным базальтовым микроволокном на прочностные свойства цементного раствора / Т.К. Белова, В.А. Гурьева, В.И. Турчанинов // Инженерный вестник Дона. – 2015. – №2. – С. 212-231.*
- 5. Войлоков И.А. Базальтофибробетон. Исторический экскурс / И.А. Войлоков, С.Ф. Канаев С.Ф // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – № 4. – С. 26-31.*
- 6. Белова, Т.К. Свойства цементных растворов, дисперсно армированных модифицированным микроволокном / Т.К. Белова, В.А. Гурьева// Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – №13. – С. 124-127.*
- 7. Фаликман, В.Р. Наноматериалы и нанотехнологии в современных бетонах /В.Р.Фаликман // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – №1. – С. 31-34.*

