

DOI: 10.12737/article\_59cd0c64414252.23505443

*Андронов С.Ю., канд. техн. наук, доц.  
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.*

## УСТАНОВКА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ФИБРОВОЛОКНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

atomic@yandex.ru

*Проведены эксперименты по введению базальтовой фибры с различной плотностью и длиной нарезки в состав композиционной дисперсно-армированной асфальтобетонной смеси, выполнены лабораторные испытания образцов асфальтобетонов, установлены оптимальные плотность и длина нарезки базальтовой фибры для введения в асфальтобетонные смеси*

*В транспортном строительстве широко используется такой композиционный материал, как асфальтобетон. Введение в смесь небольших по размеру (дискретных) элементов позволяет добиться их равномерного распределения (дисперсии) в смеси, и получить “композитный” материал с более высокими физико-механическими показателями в готовом конструктивном элементе, что позволяет избежать появления колейности, продлить в несколько раз межремонтные сроки и срок службы дорожных покрытий. В настоящее время в России действуют методические рекомендации по технологии армирования асфальтобетонных покрытий добавками базальтовых волокон (фиброй). Однако широкого применения базальтовая фибра не получила. Основной проблемой использования фибры из различных волокон в асфальтобетонных смесях, по результатам проведённых исследований, а также зарубежным литературным источникам, является отработка технологии введения фибры в состав смеси. В России широкого опыта изготовления на асфальтобетонных заводах смесей с фиброй на сегодняшний момент нет. Это связано с трудностями обеспечения однородного распределения волокон в составе асфальтобетонной смеси.*

**Ключевые слова:** технология производства композиционного материала, базальтовая фибра, плотность базальтовой фибры, длина нарезки базальтовой фибры, лабораторные испытания образцов асфальтобетонов, введение базальтовой фибры в асфальтобетонную смесь.

В практике дорожного аэродромного и мостового строительства широко используется такой композиционный материал, как асфальтобетон. Асфальтобетоны подвержены трещинообразованию, шелушению, выкрашиванию, образованию колеи, волн и впадин. Одним из способов повышения “стойкости” асфальтобетона к внешним нагрузкам является применение в его составе волокон и нитей. Введение в смесь длинных (протяжённых) элементов - нитей, волокон или проволочки, при удовлетворении и постоянстве качественных показателей, а также удобства её использования, в настоящее время является неразрешимой проблемой. Введение в смесь небольших по размеру (дискретных) элементов позволяет добиться их равномерного распределения (дисперсии) в смеси, и получить “композитный” материал с более высокими физико-механическими показателями в готовом конструктивном элементе.

**Введение.** Асфальтобетоны с фиброй имеют более высокие физико-механические показатели, по сравнению с традиционными смесями. Улучшаются физико-механические показатели: прочность при различных температурах (особенно при 50 °С), сдвигоустойчивость по сцеплению

при сдвиге, водостойкость при длительном водонасыщении, устойчивость к колееобразованию и др. [1]

В настоящее время в России действуют методические рекомендации по технологии армирования асфальтобетонных покрытий добавками базальтовых волокон (фиброй) [2]. Однако широкого применения базальтовая фибра не получила. Основной проблемой использования фибры из различных волокон в асфальтобетонных смесях, по результатам проведённых исследований, а также зарубежным литературным источникам [3, 4], является отработка технологии введения фибры в состав смеси. В России широкого опыта изготовления на асфальтобетонных заводах смесей с фиброй на сегодняшний момент нет. Это связано с трудностями обеспечения однородного распределения волокон в составе асфальтобетонной смеси.

**Основная часть.** Для устранения трудностей и обеспечения равномерного распределения волокон в составе асфальтобетонной смеси без образования комков (сгустков) предложена установка для введения фиброволокна в состав композиционных асфальтобетонных смесей, которая позволяет подготовить волокнистые материалы

(базальтовая, полиакрилонитрильная и др. виды фиброволокна) перед введением их в состав асфальтобетонных смесей для армирования.

В настоящее время известен ряд технических решений, направленных на устранение дефекта неравномерного распределения фиброволокна в разных направлениях по поверхности и объёму строительно-дорожной смеси. Известно устройство для подготовки фиброволокна перед подачей его в строительную смесь, описанное в авторском свидетельстве SU №1763202 [5], которое содержит смеситель с загрузочными и выгрузочными отверстиями, приспособление для подачи фиброволокна. Рабочий орган – распушиватель выполнен в виде вала с жесткими радиально расположенными элементами – щётками. Недостатками всех существующих устройств и установок для подачи фиброволокна в асфальтобетонные смеси, является несовершенство практи-

чески чисто механических устройств и, как следствие, отсутствие гарантированного равномерного распределения фиброволокна по объёму асфальтобетонной смеси.[8,9]

За счёт конструктивного усовершенствования установка для введения фиброволокна в состав композиционных асфальтобетонных смесей обеспечивает гарантированное равномерное распределение фиброволокна в объёме смеси. Установка работает по принципу «чесального устройства», когда коротко нарезанные волокна из плотно соединённых друг с другом слоев волокон становятся разделёнными, легко перемещаемыми воздушными потоками, равномерно поступающими в смеситель и хорошо оседающими в объёме строительной смеси.

Схема установки для введения фиброволокна в состав композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей приведена на рис.1 .

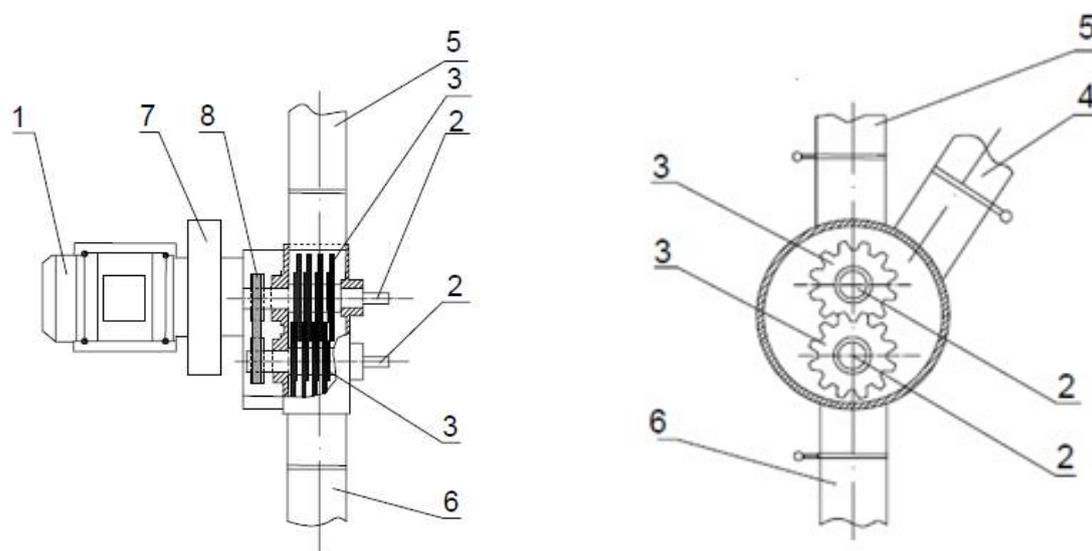


Рис. 1. Схема установки для введения фиброволокна в состав композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей:

1 – электродвигатель; 2 – вал; 3 – звездочка с зубцами; 4 – труба – воздуховод с шиберной заслонкой; 5 – труба для подачи фиброволокна с шиберной заслонкой; 6 – труба для отведения готовой фибровоздушной смеси; 7 – редуктор; 8 – клиноременная передача

Устройство для введения фиброволокна в состав композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей устанавливается вблизи смесителя асфальтобетонного завода. Труба – воздуховод для отведения готовой фибровоздушной смеси 6 с шиберной заслонкой выводится в смесительную установку асфальтобетонного завода. Через трубу подачи фиброволокна 5 с шиберной заслонкой подаётся фибра. После выхода из трубы подачи фибра захватывается зубцами звёздочек 3. При вращении звёздочек через трубу воздуховод 4 подаётся воздух, способствующий эффективности впускания фиброволокна. При механическом воздействии

зубцов вращающихся звёздочек 3 и воздушного потока происходит равномерное впускание фибры без образования комков. Звёздочки 3 установлены на валах 2. Вращение звёздочек 3 осуществляется с различной скоростью за счёт электродвигателя 1 с редуктором 7 (в зависимости от требуемого состояния фибры для выпуска асфальтобетонных смесей). За счёт воздушного потока и воздействия зубцов звёздочек впускенная фибра через трубу – воздуховод 6 выносится из устройства и поступает непосредственно в смеситель асфальтобетонного завода [10].

Для получения вспушенной фибры чесальные устройства возможно объединять путём соединения трубы – воздуховода 4 с трубой подачи фиброволокна 5. В этом случае вспушенная фибра из одного устройства будет поступать в другое (следующее) устройство, в котором также будет происходить распушение до заданной структуры и дальнейшее поступление под действием воздушного потока (вдувание) в смеситель асфальтобетонного завода.

В случае применения смесителей асфальтобетонного завода циклического действия дозированная навеска фибры вводится в трубу подачи фиброволокна 5. В случае применения асфальтобетонного завода непрерывного (поточного) действия фибра также через трубу подачи фиброволокна 5 подаётся непрерывным потоком с заданным расходом. Для подачи и дозирования фибры в устройство применяется существующее серийно выпускаемое оборудование асфальтобетонных заводов в виде бункеров, дозаторов, компрессоров, трубопроводов.

Комплекс устройств для обработки фиброволокна при производстве композиционных фиб-

росодержащих асфальтобетонных смесей реализован в виде опытных образцов и прошёл апробацию в Поволжском учебно-исследовательском центре «ВОЛГОДОРТРАНС» СГТУ. В настоящее время поданы заявки о выдаче патента Российской Федерации на изобретение и полезную модель.

Для исследований применялась базальтовая фибра длиной 15 мм в количестве 0,4 % (по массе готовой смеси), добавка которой вносилась в подобранный состав асфальтобетонной смеси марки I типа Б по ГОСТ 9128-2013 [6]. Из готовой композиционной дисперсно-армированной асфальтобетонной смеси в соответствии с методикой ГОСТ 12801 – 98 [7] изготавливались контрольные образцы. Уплотнение образцов, производилось прессованием на гидравлическом прессе в форме с внутренним диаметром 71,4 мм в течение 3 минут под давлением (40,0±0,5) МПа.

Основные физико-механические показатели свойств композиционных фибросодержащих асфальтобетонных смесей, приготовленных с использованием комплекса устройств для подготовки фиброволокна и без приведены в табл.1.

Таблица 1

**Основные показатели физико-механических свойств композиционного фибросодержащего асфальтобетона марки I, типа Б**

Наименование показателя	Ед. изм.	Требования ГОСТ 9128-2013 для марки I типа Б	Фактические показатели физико-механических свойств	
			При введении фиброволокна в смеситель без обработки	При введении фиброволокна в смеситель после обработки с применением установки
Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С, не менее	МПа	1,3	2,45	3,35
Сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения, не менее	-	0,83	0,90	0,95
Сдвигоустойчивость по сцеплению при сдвиге при температуре 50 °С, не менее	МПа	0,38	0,59	0,74

В результате выполненных исследований установлена высокая степень однородности распределения фиброволокна в составе композиционных фибросодержащих асфальтобетонных смесей при использовании установки, что позволяет получить увеличение показателей физико-механических свойств композиционных дисперсно-армированных асфальтобетонов примерно до 30 % в сравнении с технологическими режимами без предварительной обработки фиброволокна.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технологическое обеспечение качества

строительства асфальтобетонных покрытий. Методические рекомендации. СибАДИ г.Омск 2004 г.

2. Методические рекомендации по технологии армирования асфальтобетонных покрытий добавками базальтовых волокон (фиброй) при строительстве и ремонте автомобильных дорог (Утверждено распоряжением Росавтодора № ОС-12-р от 11.01.2002 г.).

3. M. Aren Cleven. Investigation of the properties of carbon fiber modified asphalt mixtures. Michigan technological university, 2000.

4. Rebecca Lynn Fitzgerald. Novel Applications of Carbon Fiber for Hot Mix. Asphalt Reinforcement

and Carbon-Carbon. Michigan technological university, 2000.

5. SU №1763202 Способ приготовления фибробетонной смеси и устройство для его осуществления. 25.08.1989. Латвийский научно-исследовательский и экспериментально технологический институт строительства. Комаров Сергей Васильевич, Середин Игорь Васильевич. МПК: В28С 5/40

6. ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.

7. ГОСТ 12801-98 Материалы на основе ор-

ганических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний

8. Кирюхин Г.Н., Смирнов Е.А. Покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона. М. ООО «Издательство «Элит». 2009. 176 с.

9. Ляпина А.И. Плотникова И.А. Анализ сопоставления графического и расчётного методов определения показателей дисперсности битумных эмульсий. Тр. СоюздорНИИ. 1977. № 100. С. 120–130.

10. Пат. № 2351703 Российская Федерация. Способ приготовления холодной органоминеральной смеси для дорожных покрытий / Н.А. Горнаев, В.Е. Никишин, С.М. Евтеева, С.Ю. Андронов, А.С. Пыжов. Опубл. 10.04.09.

#### Информация об авторах

**Андронов Сергей Юрьевич**, кандидат технических наук, доцент.

E-mail: atomic@yandex.ru

Саратовский государственный технический университете им. Гагарина Ю.А.  
Россия, 410054, Саратов, ул. Политехническая, д. 77.

---

Поступила в июне 2017 г.

© Андронов С.Ю., 2017

---

#### Andronov S.Yu.

### INSTALLATION FOR THE PREPARATION OF FIBER FIBERS IN THE PRODUCTION OF COMPOSITE DISPERSED-REINFORCED ASPHALT-CONCRETE MIXTURES

*In the practice of road aerodrome and bridge construction, a composite material such as asphalt concrete is widely used. Asphaltic concrete is prone to cracking, peeling, chipping, the formation of ruts, waves and depressions. One of the ways to increase the "durability" of asphalt concrete to external loads is the use of fibers and threads in its composition. The introduction into a mixture of long (extended) elements – yarns, fibers or wire, with satisfaction and consistency of quality indicators, as well as the convenience of its use, is currently an insoluble problem. The introduction of a mixture of small (discrete) elements in the mixture makes it possible to achieve their uniform distribution (dispersion) in the mixture, and to obtain a "composite" material with higher physical and mechanical properties in the finished structural element.*

**Keywords:** composite material production technology, basalt fiber, density of basalt fiber, basalt fiber cutting length, laboratory tests of asphalt concrete samples, introduction of basalt fiber into the asphalt concrete mixture.

---

#### Information about the authors

**Andronov Sergey Yur'yevich**, PhD, Assistant professor.

E-mail: atomic@yandex.ru

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov.  
Russia, 410054, Saratov, Polytechnicheskaya, 77.

---

Received in June 2017

© Andronov S.Yu., 2017