

УДК 676.026.723.6

Мухаметханов А.М. – аспирант

E-mail: goidr@rambler.ru

Казанский государственный технологический университет

Нугманов О.К. – кандидат химических наук

E-mail: nugmanovok@rambler.ru

ОАО «НИИнефтепромхим»

СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ АРМИРУЮЩАЯ ДОБАВКА НА ОСНОВЕ ТРАВЯНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

АННОТАЦИЯ

Основным отличием высококачественных дорожных покрытий на основе щебеночно-мастичного асфальтобетона является наличие в его составе стабилизирующей добавки на основе натуральных целлюлозных волокон. В статье представлены результаты испытаний полуцеллюлозных волокон, выделенных из травянистых растений, и стабилизирующей добавки на их основе в соответствии с требованиями ГОСТ 31015-2002. Представлена энерго- и ресурсосберегающая технология получения стабилизирующей добавки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: щебеночно-мастичный асфальтобетон, полуцеллюлозное волокно, стабилизирующая добавка, флотогудрон.

Mukhametkhanov A.M. – post-graduate student

Kazan State Technological University

Nugmanov O.K. – candidate of the chemical sciences

JSC «NINEFTEPROMCHIM»

STABILIZING REINFORCEMENT ADDITIVE MADE OF HERBACEOUS PLANTS CELLULOSE FOR STONE MASTIC ASPHALT

ABSTRACT

The main difference of high-quality road surfaces based on the stone mastic concrete mix is stabilizing additive made of natural cellulose fibers contained in it. The article presents the results of GOST 31015-2002 standard adequacy tests of semicellulose fibers extracted from herbaceous plants and the stabilizing additive based on it. Energy- and resource saving technology of producing stabilizing additive is presented.

KEYWORDS: stone mastic asphalt, semicellulose fiber, stabilizing additive, soap stock.

На сегодняшний день дорожные покрытия на основе щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) являются одними из наиболее качественных в мире. Его используют при укладке дорожного покрытия транспортных магистралей с интенсивным движением, в частности, на автобанах и мостовых перекрытиях, в аэропортах, речных портах и автовокзалах в таких странах, как Россия, США, ЮАР, Китай, Норвегия, Финляндия, Швеция, Франция, Германия и многих других.

Как известно, существенное отличие составов ЩМА от обычного асфальтобетона – это применение специальных стабилизирующих добавок на основе натуральных целлюлозных волокон, позволяющих увеличить толщину битумного слоя на поверхности минеральной части дорожного покрытия.

Целлюлозное волокно должно иметь ленточную структуру нитей длиной от 0,1 мм до 2,0 мм. Волокно должно быть однородным и не содержать пучков, скоплений нераздробленного материала и посторонних включений. По физико-механическим свойствам целлюлозное волокно должно соответствовать значениям, указанным в табл. 1 [1].

Таблица 1

Физико-механические свойства целлюлозного волокна

Наименование показателя	Значение показателя
Влажность, % по массе, не более	8,0
Термостойкость при температуре 220 °С по изменению массы при прогреве, %, не более	7,0
Содержание волокон длиной от 0,1 мм до 2,0 мм, %, не менее	80

В настоящее время на российском рынке представлены следующие стабилизирующие добавки, характеристики которых приведены в табл. 2 [2]:

Таблица 2

Общая характеристика стабилизаторов ЩМА

Производитель	Торговая марка	Описание стабилизатора
ООО «Фирма ГБЦ»	СД-1, СД-Супер	Волокна сульфатной целлюлозы (85 %), органические связки (15 %)
ЗАО Фирма «Эмка»	Гасцел	2 разновидности – гранулированное или не гранулированное целлюлозное волокно
ООО «Хризотоп»	Хризотоп	Гранулы из асбестового волокна
Interchimica SRL	ITERFIBRA	Цилиндрические гранулы длиной 6-8 мм, составом: минеральные и натуральные волокна (соответственно 75 % и 20 %), и органическое вяжущее (5 %)
«Antrocelas», UAB	Antrocel-G/GA	Гранулы целлюлозного волокна, полученного из макулатуры и отходов (70 %), связанных битумом/ПАВ (20 %)
CFF GmbH & co kg	Topcel	Масса длинно и мелковолоконная. Содержание целлюлозы – 80+5 %
J. Rettenmeier & Sohne GMBH & Co. (JRS GmbH & Co.)	Viator 66, Viator Premium	Viator 66 – цилиндрические гранулы 2-10 мм из мелковолоконной целлюлозы (66 %), агломерированной дорожным битумом (34 %). Viator Premium – цилиндрические гранулы 4-8 мм (90 %), агломерированные дорожным битумом (10 %)

Обобщая известные способы получения стабилизирующих добавок, можно выделить следующие основные стадии их производства: измельчение волокна, распушка, пропитка волокон органическим вяжущим, гранулирование и сушка.

Целью настоящей работы являлось создание энерго- и ресурсосберегающей технологии получения стабилизирующей добавки для щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси, соответствующей ГОСТу на ЩМА [1], обладающей способностью сорбировать вяжущее в асфальтобетонных смесях на базе дешевых исходных компонентов, являясь одновременно армирующим и структурообразующим ингредиентом, получаемой в гранулированной форме, удобной при транспортировке и дозировании в щебеночно-мастичную асфальтобетонную смесь при условии ее равномерного распределения в технологической массе.

Нами разработан способ получения стабилизирующей добавки из дешевой травяной полуцеллюлозы [3] и отходов производства масложировых комбинатов [4, 5, 6].

Стабилизирующая добавка представляет собой гранулы *полуцеллюлозного волокна*, пропитанные *связующим*, в качестве которого взяты кубовые остатки дистилляции жирных кислот производства масел, например, флотогудрон, soapсток или жировая масса, полученная при очистке сточных вод того же производства. Технология получения предлагаемой стабилизирующей добавки включает следующие операции:

1. рыхление полуцеллюлозного сырья;
2. приготовление эмульсии;
3. смешение полуцеллюлозных волокон с эмульсией, отжим;
4. гранулирование;
5. сушка.

В качестве основного компонента стабилизирующей добавки использовали полуцеллюлозу, полученную из травянистых растений (стебли льна, рапса, камыша) по оригинальной технологии ОАО «НИИнефтепромхим». В основу технологии получения полуцеллюлозы заложен многофункциональный непрерывно действующий реактор, позволяющий одновременно осуществлять «варку» соломы, удаление древесной части стебля-костры (делигнификация) и *измельчение целлюлозного волокна* [7]. В ходе серии экспериментов по получению полуцеллюлозы из стеблей льна и рапса был определен выход с единицы массы сырья, который составил 56,0 и 42,5 % соответственно, учитывая площадь посевов и производительность линии получения полуцеллюлозы, ее выход составит 0,5 и 5,1 тонн с гектара пашни в год. Кроме того, рапс представляет большой практический интерес как сырье двойного назначения, семена которого идут на получение рапсового масла и биодизеля, а солома, которая в настоящее время запахивается и сжигается на полях, является ценным источником для получения волокнистого материала.

Определение влажности и термостойкости волокон проводили по методикам, приведенным в ГОСТе на ЦМА [1].

Определение длины волокна проводили по методике, описанной Дж. Кларком [8]. Для этого было произведено 4 выборки полуцеллюлозных волокон (500-600 волокон в каждой), выделенных из указанных растений. Длину волокон распределили по классам от 0 до 0,1; 0,1-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-2,0...10-11 мм. Результаты измерений представлены на рис. 1, 2, 3.

Из рис. 2 видно, что критерию содержание волокна длиной 0,1-2,0 мм 80 % удовлетворяет полуцеллюлоза, выделенная из рапса. Однако стоит отметить, что стандарт допускает применение волокон длиной от 0,1 до 10 мм, способных сорбировать битум при технологических температурах [1]. Этому показателю отвечает также полуцеллюлоза льна, в которой волокон длиной от 0,1 до 4,0 мм содержится 89,4 %, и камыша – 97,4 % (см. рис. 1 и 3).

Также проводилось определение сорбционной способности стабилизирующей добавки к битуму в зависимости от различных условий процесса сушки. Для этого полуцеллюлозные волокна льна пропитывали *связующим* и подсушивали до влажности, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 31015-2002 [1]. Сушку проводили тремя способами: в сушильном шкафу, в печи СВЧ и на воздухе при 750 мм. рт. ст. и относительной влажности 75 %. После этого готовую стабилизирующую добавку, сформованную в шары диаметром около 10 мм, погружали на 30 мин. в битум, разогретый до 130 °С марки БНД 90/130. Затем образцы вынимали, сушили и взвешивали. Таким образом, в зависимости от способа сушки стабилизирующей добавки сорбционная способность составила 78,0; 82,4 и 83,5 $\frac{\text{битум, кг}}{\text{целлюлоза, кг}}$ при сушке в шкафу, СВЧ-печи и на открытом воздухе соответственно.

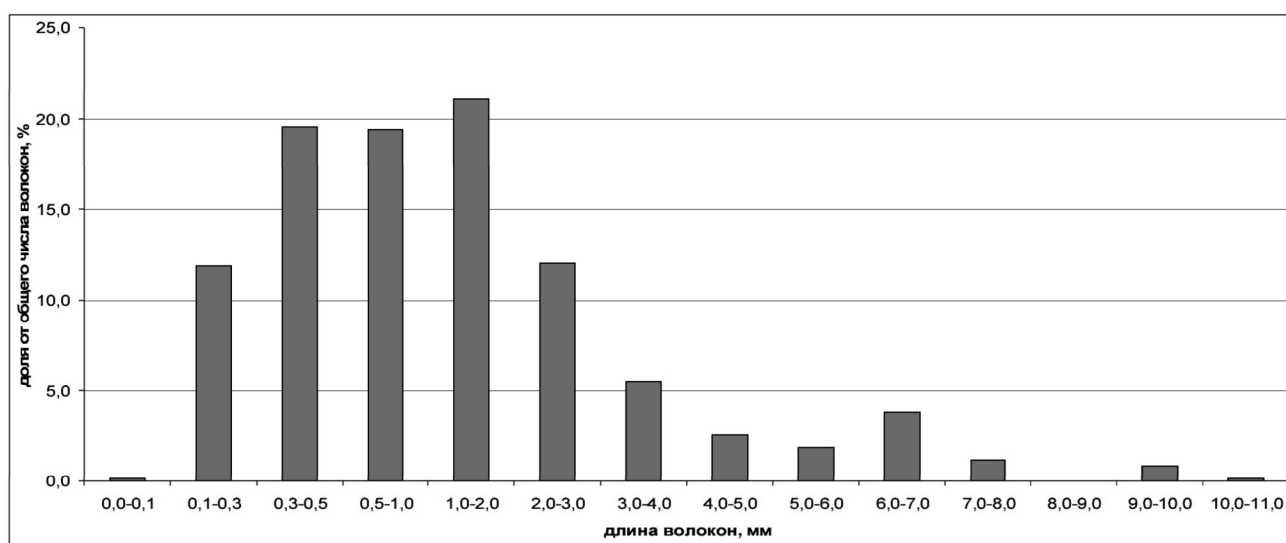


Рис. 1. Распределение по длине волокон полуцеллюлозы, выделенной из льна

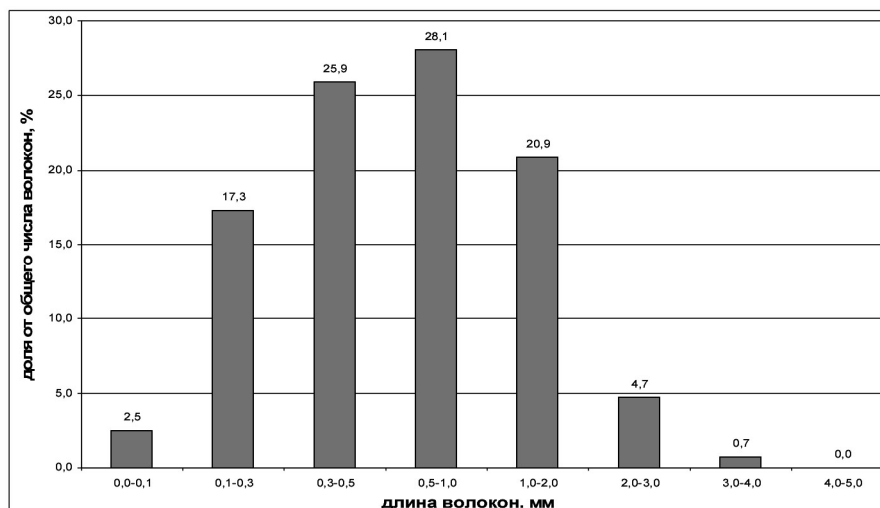


Рис. 2. Распределение по длине волокон полуцеллюлозы, выделенной из рапса

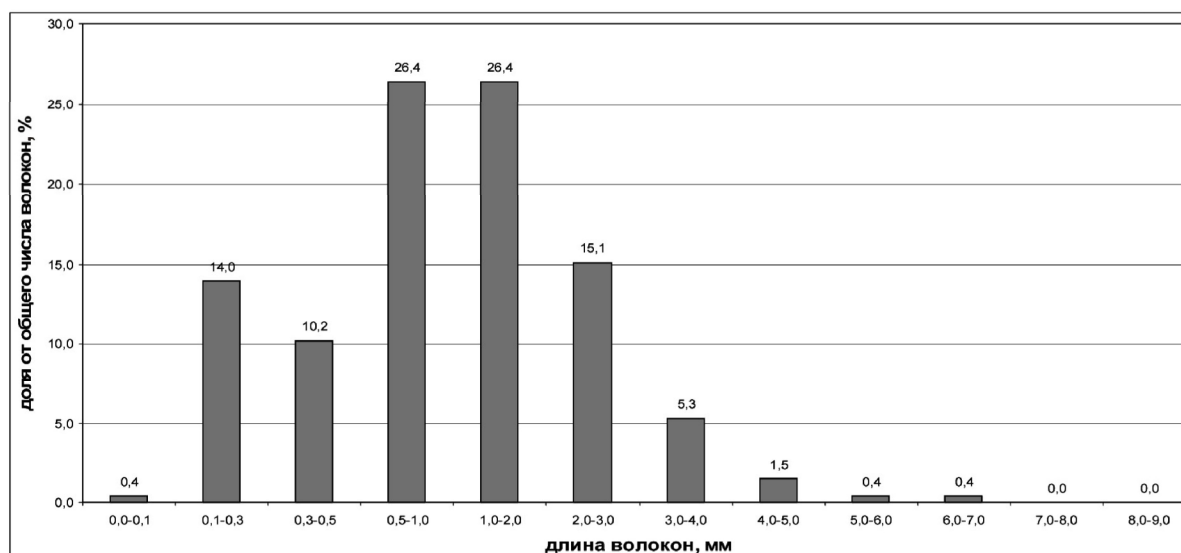


Рис. 3. Распределение по длине волокон полуцеллюлозы, выделенной из камыша

Установлено, что способ сушки стабилизирующей добавки практически не влияет на количество адсорбированного битума.

Как уже отмечалось выше, технология получения полуцеллюлозы предусматривает *измельчение целлюлозного волокна* [7]. Полуцеллюлозу отбирали после стадии термомеханохимической активации, затем готовили эмульсию с одновременной пропиткой волокон. Благодаря этому, получали стабилизирующую добавку, минуя стадии, характерные для процессов получения аналогов (измельчение и распушка волокна) [9, 10].

Таким образом, к преимуществам этого способа получения можно отнести следующие:

§ полуцеллюлозные волокна поступают на пропитку органическим вяжущим уже размельченные и распушенные;

§ снижается расход реагентов на приготовление эмульсии органической связки за счет их присутствия в самом волокне.

К достоинствам получаемой таким образом стабилизирующей добавки можно отнести:

§ снижение температуры процесса пропитки в 2 раза, в сравнении с аналогами [9, 10];

§ применение в качестве сырья полуцеллюлозных волокон травянистых культур и флотогудрона снижает себестоимость продукта в 1,8 раз, а также позволяет до 100 % утилизировать отходы производства масел и жирных кислот;

§ с целью повышения энерго- и ресурсосбережения технология производства стабилизирующей добавки включает многократный рецикл эмульсии и практически безотходна.

В работе представлены результаты проведенных нами испытаний стабилизирующей добавки на основе волокон полуцеллюлозы травянистых культур, пропитанных органической связкой. Образцы волокон полуцеллюлозы, выделенных из льна, рапса и камыша, были проанализированы на соответствие ГОСТ 31015-2002 [1]. Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты испытаний волокон на соответствие стандарту

Наименование показателей	Требования ГОСТ 31015-2002	Исходное сырье		
		Лен	Рапс	Камыш
Влажность, % по массе, не более	8,0	6,09	5,75	6,31
Термостойкость при температуре 220 °С по изменению массы при прогреве, %, не более	7,0	5,3	6,5	6,9
Содержание волокон длиной от 0,1 мм до 2,0 мм, %, не менее	80	71,9	92,1	77,0

Полученные данные свидетельствуют, что волокна полуцеллюлозы указанных растений соответствуют требованиям ГОСТ 31015-2002 и рекомендуются в качестве стабилизирующей добавки для ЩМА, как в натуральном виде, так и в виде гранул в композиции со связующим, в качестве которого могут применяться кубовые остатки дистилляции жирных кислот. Представлена энерго- и ресурсосберегающая технология получения стабилизирующей добавки. На ООО «Фирма ГБЦ» (г. Асбест) выпущена партия стабилизирующей добавки типа «СД-1 Дороцелл» массой ~1,5 тонны на основе травяной (льняной) целлюлозы для строительства дорожного полотна повышенной износостойчивости. По данному направлению получено 2 патента РФ [11, 12].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетоны щебеночно-мастичные. Технические условия. – 2003-05-01. – М.: МНТКС, 2003. – 32 с.
2. Мухаметханов А.М., Нугманов О.К., Гаврилов В.И. Способ получения стабилизирующей добавки для щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси // Вестник Казанского технологического университета, 2010, № 6. – С. 204-210.
3. Нугманов О.К., Лебедев Н.А. Целлюлоза. Начало нашей эры // Химический журнал, 2009, № 12. – С. 30-33.
4. Мухаметханов А.М., Нугманов О.К. Стабилизирующая добавка для щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси и способ ее получения на основе травяной полуцеллюлозы // Дорожно-транспортный комплекс: состояние и перспективы развития: Сб. докл. и сообщ. III-й межрегиональной науч.-практич. конф. Чебоксары, апрель 2009 г. – Чебоксары: Волжский филиал МАДИ (ГТУ), 2009. – С. 54-56.
5. Мухаметханов А.М., Нугманов О.К. Отработка способа получения полуцеллюлозы на основе льняного сырья // Научному прогрессу – творчество молодых: Сб. докл. и сообщ. международной науч. студенческой. конф. по естественнонаучным и техническим дисциплинам. Йошкар-Ола, апрель 2008 г.: ч.1. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. – С 119-120.
6. Мухаметханов А.М. Стабилизирующая добавка для щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси и способ ее получения на основе травяной полуцеллюлозы // Теоретические знания – в практические дела: Сб. материалов XI Всероссийской науч.-иннов. конф. асп., студ. и молодых ученых с элементами научной школы. Омск, май 2010 г. ч. 1. – Омск: Филиал ГОУ ВПО «РосЗ» в г. Омске, 2010. – С. 202-204.
7. Способ получения полуцеллюлозы: пат. 2343240 Рос. Федерация: МПК⁷ D 21 C 5/00, D 21 C 1/06, D 21 B 1/16, D 01 C 1/02 / Нугманов О.К.; заявитель и патентообладатель ООО «НПО Нефтепромхим». – № 2007115320/12; заявл. 12.04.07; опубл. 10.01.09 Бюл. № 14 (II ч.). – 3 с.

8. Кларк Дж. Технология целлюлозы. – М.: Лесная промышленность, 1983. – С. 221-222.
9. Способ армирования асфальтобетонной смеси: пат. 2262491 Рос. Федерация, МКП⁷ С 04 В 26/26 / Телюфанова О.П.; заявитель и патентообладатель ФГУП СНПЦ «РОСДОРНИИ». – № 2003103141/03. заявл. 10.08.04.; опубл. 20.10.05. Бюл. № 29. – 5 с.
10. Стабилизатор для щебеночно-мастичного асфальтобетона: пат. 2348662 Рос. Федерация, МКП⁷ С 08 L 1/02, С 08 L 23/12, С 04 В 16/02, С 04 В 16/06 / Киселев М.А.; заявитель и патентообладатель ООО «Фирма ГБЦ». – № 2007107626/04. заявл. 28.02.07; опубл. 10.03.09 Бюл. № 14 (II ч.). – 3 с.
11. Стабилизирующая добавка для щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси и способ ее получения: пат. 2312116 Рос. Федерация, МКП⁷ С 08 L 95/00, С 04 В 26/26 / Нугманов О.К., заявитель, патентообладатель ООО «НПО Нефтепромхим». – № 2006142423/04 заявл. 24.11.06, опубл. 10.12.07 Бюл. № 14 (II ч.). – 4 с.
12. Способ армирования асфальтобетонной смеси [пат] пат. 2310622 Рос. Федерация, МКП⁷ С 04 В 26/26 / Нугманов О.К., заявитель, патентообладатель ОАО «НИИнефтепромхим». – № 2006142424/03 заявл. 24.11.06, опубл. 20.11.07 Бюл. № 14 (II ч.). – 4 с.