

Научная статья
УДК 625.855.3

СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ ДОБАВКА ИЗ ПРИРОДНОГО ЦЕОЛИТА ДЛЯ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

Егор Андреевич Подкин¹, Нина Андреевна Гриневич²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ alkee97@mail.ru

² grinevich@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается возможность применение природных цеолитов в качестве стабилизирующей добавки для щебеночно-мастичного асфальтобетона. ЩМА демонстрирует высокую устойчивость к повреждениям, вызванным дорожным движением и изменениями климатических условий. Природные цеолиты, которые добываются в Якутии, могут использоваться с достаточной экономической эффективностью в качестве стабилизирующих добавок.

Ключевые слова: стабилизирующая добавка, асфальтобетон, улучшение свойств, водостойкость

Для цитирования: Подкин Е. А., Гриневич Н. А. Стабилизирующая добавка из природного цеолита для щебеночно-мастичного асфальтобетона // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 806–810.

Original article

THE STABILIZING ADDITIVE FROM NATURAL ZEOLITE FOR STONEMASTIC ASPHALT

Egor A. Podkin¹, Nina A. Grinevich²

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ alkee97@mail.ru

² grinevich@yandex.ru

Abstract. The article considers the possibility of using natural zeolites as a stabilizing additive for asphalt concrete based on stone mastic. Asphalt concrete based on stone mastic demonstrates high resistance to damage caused by road

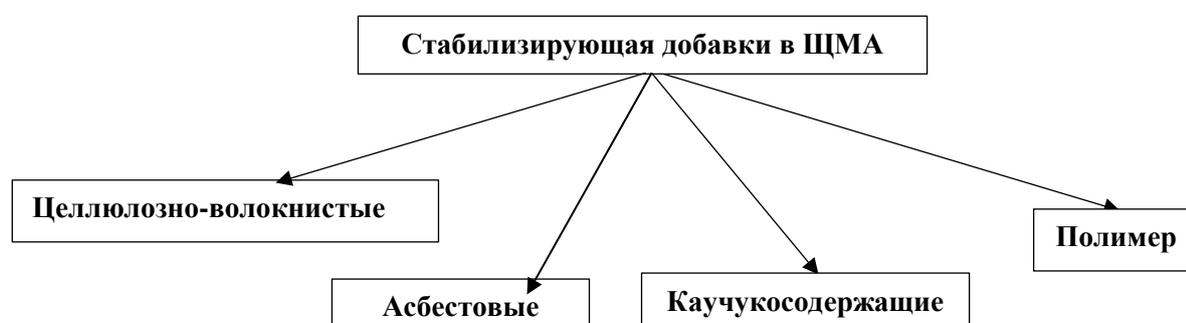
traffic and changes in climatic conditions. Natural zeolites, which are mined in the Republic of Sakha (Yakutia), can be used as stabilizing additives with economic efficiency. In the framework of this study, comparative tests of stonemastic asphalt with various stabilizing additives were carried out. The results showed that natural zeolites are suitable for use as stabilizing additives in crushed stone and mastic asphalt concrete.

Keywords: stabilizing additive, improvement of properties

For citation: Podkin E. A., Grinevich N. A. (2025) Stabiliziruyushchaya do-bavka iz prirodnogo ceolita dlya shchebenochno-mastichnogo asfal'tobetona [The stabilizing additive from natural zeolite for stonemastic asphalt]. Nauchnoe tvor-chestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 806–810. (In Russ).

Щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) представляет собой инновационный строительный материал. Был разработан в Германии в 1960-х годах для повышения долговечности и устойчивости дорожных покрытий. Его уникальная структура, состоящая из каменного каркаса с заполнением пустот битумной смесью, позволяет эффективно распределять нагрузки и защищать от воздействия внешних факторов, таких как климатические условия и транспортный поток [1].

Стабилизирующие добавки играют ключевую роль в обеспечении стабильности и качества ЩМА. Они помогают предотвратить стекание битума, что особенно важно при транспортировке и укладке, а также улучшают адгезию между компонентами смеси. Выбор типа и свойств этих добавок напрямую влияет на характеристики конечного продукта, включая его прочность, устойчивость к деформациям и долговечность [2]. Стабилизирующие добавки по своей природе можно разделить на несколько типов (рисунок).



Типы стабилизирующих добавок

Целлюлозные добавки играют важную роль в различных отраслях благодаря своей низкой стоимости и простоте производства. Их высокопористая структура позволяет эффективно впитывать битум, что делает их особенно полезными в строительстве и производстве асфальтобетонных смесей. Эти добавки могут улучшать механические свойства материалов, а также способствовать повышению их долговечности. На Урале активно используются стабилизирующие добавки на основе асболоволокон.

Рассмотрим процесс получения ЩМА в условиях Республики Саха (Якутия). Данная территория характеризуется высокими транспортными потоками и большой массой грузового транспорта. В регионе отсутствует целлюлозно-бумажная промышленность, поэтому стабилизирующих добавок на их основе не производят, а завоз их из других регионов нерентабелен.

В то же время в регионе имеется Кемпендяйское месторождение природного цеолита. Использование цеолита в качестве стабилизирующей добавки в ЩМА может стать экономически выгодным решением. Основные компоненты цеолитов — это алюминий (Al) и кремний (Si), которые образуют тетраэдры, соединяясь в трехмерные структуры. Это придает цеолитам такие свойства, как высокая пористость и способность к ионообмену, что может улучшить характеристики асфальтобетона, в том числе его прочность и устойчивость к деформациям, что лучше противостоит износу.

Таким образом, исследование и внедрение цеолита в состав асфальтобетонных смесей может не только снизить затраты на импорт, но и повысить качество дорожного покрытия, что является важным аспектом для развития транспортной инфраструктуры в регионе.

Исследования показали, что предварительная механическая обработка цеолита в планетарной мельнице в течение 1 мин позволяет расширить его удельную поверхность более чем на 20 % и увеличить объем пор более чем на 60 %, т. е. значительно улучшает его физические свойства, повышает адсорбционные и каталитические свойства цеолита.

Основные физико-механические характеристики ЩМА с разными стабилизирующими добавками представлены в таблице.

Важным параметром ЩМА является водостойкость при длительном насыщении водой. Этот показатель позволяет косвенно оценить долговечность дорожных покрытий: чем выше водостойкость, тем лучше материал сопротивляется атмосферной коррозии [3].

Как видно из таблицы, образцы со стабилизирующей добавкой из природного цеолита обладают отличной водостойкостью. Водостойкость образцов с цеолитом в составе значительно превышает водостойкость контрольной группы образцов. Кроме того, образцы ЩМА с природным цеолитом обладают высокой трещиностойкостью. Характеристики сопротивления сдвигу по коэффициенту внутреннего трения практически равны.

Физико-механические свойства щебеночно-мастичного асфальтобетона с различными стабилизирующими добавками

Физико-механические свойства	Требования стандарта	Стабилизирующая добавка	
		Стилобит Битум = 6 %	Природный цеолит Битум = 6,5 %
Пористость минеральной части, %:	От 15 до 19	15,82	16,37
Остаточная пористость, %	От 1,5 до 4,0	2,18	2,70
Прочность на сжатие, МПа при температурах, °С:			
50	Не менее 0,6	2,03	1,63
20	Не менее 2,0	5,96	4,67
Коэффициент внутреннего трения	Не менее 0,92	0,92	0,95
Адгезия при сдвиге при температуре 50 °С, МПа	Не менее 0,16	0,39	0,30
Водостойкость при длительном насыщении водой	Не менее 0,9	0,70	1,04
Трещиностойкость по пределу прочности при растяжении при температуре 0 °С, МПа	От 2,0 до 5,5	1,8	3,0

ЩМА демонстрирует отличную стойкость к повреждениям, возникающим от дорожного движения и неблагоприятных климатических условий. Ключевой характеристикой конструкции ЩМА является щебенчатый каркас, где все пустоты заполняются смесью битума с дробленым песком, минеральной пудрой и стабилизирующими добавками. Уникальной чертой стабилизирующих добавок в ЩМА является их пористая структура, что придает им повышенную способность к сорбции битума [4].

Действительно, использование природных добавок, таких как цеолит, может значительно улучшить физико-механические свойства материалов, используемых в дорожном строительстве. Устойчивость к сдвигу и трещиностойкость являются критически важными характеристиками дорожных материалов, особенно в условиях сурового климата. Согласно данным ГОСТ 58401.18–2019, соответствие физико-механических характеристик ЩМА, требованиям стандартов подтверждает возможность его использования. Это делает данный вид асфальтобетона перспективным для применения в регионах с экстремальными климатическими условиями, таких как Якутия.

Список источников

1. ПНСТ 183–2019. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200164891> (дата обращения: 15.11.2024).

2. ГОСТ 31015–2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные технические условия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200031204> (дата обращения: 16.11.2024).

3. Соломенцев А. Б., Баранов И. А. Влияние стабилизирующих добавок для щма на свойства вязкого дорожного битума // Строительство и реконструкция. 2011. № 4. С. 55–61. URL: <https://rucont.ru/efd/484493> (дата обращения: 16.11.2024)

4. Соловьева А. А., Новик А. Н. Стабилизирующие добавки различного производства для щебеночно-мастичного асфальтобетона // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2018. № 6 (69). С. 25–34. DOI: 10.18720/CUBS.69.3