

## Строительство экспериментального участка асфальтобетонного покрытия с применением цеолита

*О.Н. Ильина<sup>1</sup>, В.В. Силкин<sup>2</sup>, А.И. Касимов<sup>1</sup>, С.А. Гяркин<sup>1</sup>*

*Казанский государственный архитектурно - строительный университет<sup>1</sup>  
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет<sup>2</sup>*

**Аннотация:** Увеличение протяженности асфальтобетонных дорог повышает значимость эффективных асфальтобетонных заводов в дорожном строительстве. Современные экологические требования и рост цен на топливо предопределяют снижение температур приготовления и укладки асфальтобетонных смесей. В зарубежной и отечественной практике дорожного строительства все больше применяются теплые асфальтобетонные смеси, в том числе, с применением цеолита. Предпосылками исследования теплых асфальтобетонов с применением цеолита в Республике Татарстан является наличие одного из крупнейших месторождений цеолитсодержащих пород Российской Федерации - Татарско-Шатрашанского. Опытно-производственное внедрение результатов исследований осуществлено при строительстве экспериментального участка на автомобильной дороге – подъезд к н.п. Ключищи в Верхнеуслонском районе Республики Татарстан с верхним слоем покрытия из теплого асфальтобетона с применением цеолита. Получены результаты показателей материала, которые соответствуют нормативным требованиям.

**Ключевые слова:** теплые асфальтобетонные смеси, цеолит, цеолитсодержащие добавки, автомобильные дороги, экспериментальный участок

Увеличение протяженности асфальтобетонных дорог повышает значимость эффективных асфальтобетонных заводов (АБЗ) в дорожном строительстве. На АБЗ расходуются в больших количествах различные виды топлива и выделяются вредные газы в атмосферу, количество которых зависит от температуры приготовления асфальтобетонных смесей (АБС). Современные экологические требования и рост цен на топливо предопределяют снижение температур приготовления и укладки АБС.

В зарубежной и отечественной практике дорожного строительства все больше применяются теплые асфальтобетонные смеси (ТАБС). В работах наших ученых, таких, как И.В. Королев, Е.Н. Баринов и др. [1-3], приведены исследования и разработки по вспениванию битума и производству ТАБС, в том числе с применением цеолита [4-6].

Предпосылками исследования ТАБС с применением цеолита в Республике Татарстан является наличие одного из крупнейших

---

месторождений Российской Федерации - Татарско-Шатрашанского. Запасы данного месторождения оценены в количестве более 100 миллионов тонн [7,8]. Структура цеолита представлена на рисунке 1[9].

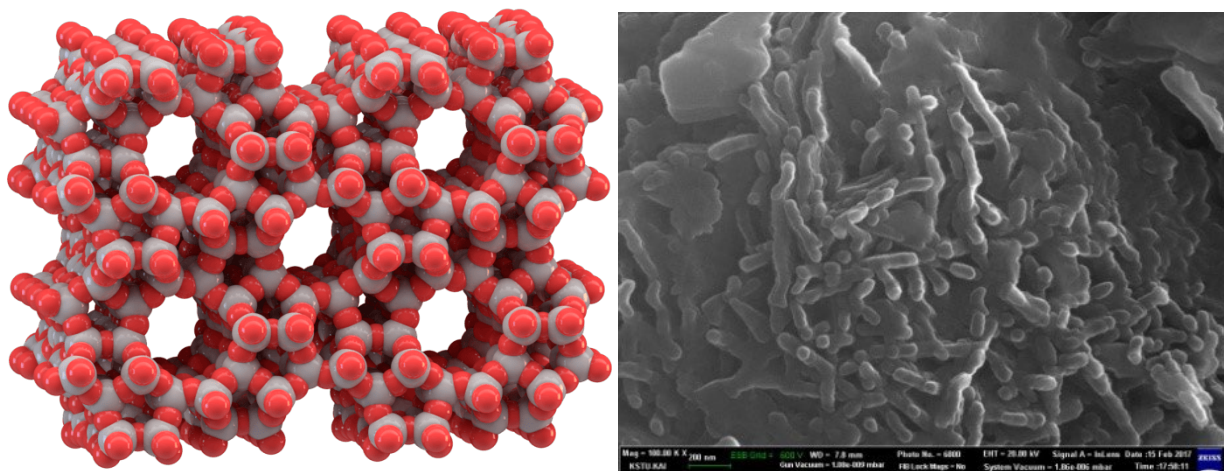


Рис. 1. Структура цеолита (увеличение в 100000 раз)

На автомобильной дороге – подъезд к н.п. Ключищи в Верхнеуслонском районе Республики Татарстан выполнено опытно-производственное строительство экспериментального участка длиной 47м, шириной 4,5м, толщина 0,05м с верхним слоем покрытия из теплого асфальтобетона А16Вл с применением цеолита ОАО «Цеолиты Поволжья» Татарско-Шатрашанского месторождения в июне 2024 года. Состав асфальтобетонной смеси в соответствии с ГОСТ Р 70396-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон теплые. Общие технические условия»: щебень М1000 – 48%; песок дробленый – 40%; песок природный – 9%; минеральный порошок – 3%; цеолит – 7% от массы битума; битум– 4,3% [10,11]. Приготовление смеси осуществлено на асфальтосмесительной установке Ammann Апастовского филиала АО «Татавтодор», температура смеси на выходе 140 °С. Производство работ по устройству покрытия проводилось ведущим механизмом – асфальтоукладчиком Volvo. В состав отряда также входили автосамосвалы Volvo, пневмокоток Hamm HD 150, гладковальцовые катки

Вomag 90, Hamm HD 110 (рис. 2). Температура укладки смеси 122 °С. Производство работ по устройству обочин осуществляли по стандартной технологии в соответствии с рабочей документацией.



Рис. 2. Укладка и уплотнение теплой асфальтобетонной смеси А16Вл с применением цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения

Мониторинг и визуальное наблюдение за опытным участком экспериментального строительства проводится регулярно и в соответствии с нормативными требованиями (рис. 3); выпиливаются керны из материала покрытия и проводятся их лабораторные испытания. Установлено соответствие показателей данного материала нормативным значениям (таблица).

По итогам получаем что, использование ТАБС с применением цеолита в покрытиях автомобильных дорог в отличии от горячей асфальтобетонной смеси позволяет увеличить энергоэффективность АБЗ при сокращении расхода топлива, например природного газа на 16,8%; а снижение температуры приготовления смеси уменьшает амортизационные расходы асфальтосмесительных установок; при этом также снижаются вредные выбросы в атмосферу и штрафы за нарушение экологических требований; в целом, снижение стоимости и сроков строительства. При наличии Татарско-Шатрашанского месторождения и его запасов цеолитсодержащих пород строительство покрытий автомобильных дорог из ТАБС с

---



применением цеолита возможно не только в Республике Татарстан, но и на территории всего Приволжского Федерального округа.



Рис. 3. Отбор кернов дорожного покрытия экспериментального участка на автомобильной дороге – подъезд к н.п. Ключищи Республики Татарстан

Таблица. Показатели теплового асфальтобетона с применением цеолита

Наименование	Требования по ГОСТ Р 70396		Показатели теплового асфальтобетона с применением цеолита
	Нормальные условия	Легкие условия	
<b>Физические показатели</b>			
Содержание воздушных пустот, %	2,0 – 4,5	2,0 – 5	2,67
Пустоты в минеральном заполнителе (ПМЗ), %, не менее	12,0	12,0	12,8
Пустоты, наполненные битумным вяжущим (ПНБ), %	67-80	72-85	78.91
<b>Дополнительные показатели</b>			
Разрушающая нагрузка по Маршаллу, Н, не менее	4300	3150	10180
Деформация по Маршаллу, мм	2,0 – 4,5	2,0 – 5	2,9
<b>Эксплуатационный показатель</b>			
Средняя глубина колеи, мм, не более	5,5	7,5	4.9

## Литература

1. Баринов Е.Н. Основы теории и технологии применения асфальтобетонов на вспененных битумах. Л.: ЛГУ, 1990. 175 с.
2. Королев И.В. Структура и свойства дорожных теплых асфальтобетонов: Автореферат дис. д-р техн. наук. - М., 1975. - 13 с.
3. Производственная база дорожного строительства. Под общ. ред. В.В. Силкина, А.П. Лупанова, - М.: Техполигрфцентр, 2024 -257с.
4. Береговая Н.Г., Герасименко В.В., Молчанов С.А., Морозов М.М. Перспективы вторичного использования отработанного цеолита типа NAX Оренбургского газохимического комплекса // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. №10. С. 334–336.
5. Jan Mikolaj, Frantisek Schlosser, LubosRemek, Martin Pitoňák, JurajŠrámek, "Properties of Asphalt Mixtures Using Reclaimed Asphalt Containing Polymer-Modified Binder and Technicoeconomical Considerations of Their Use", Advances in Materials Science and Engineering, vol. 2019, Article ID 2030763, 12 pages, 2019. DOI: doi.org/10.1155/2019/2030763
6. Sol-SánchezM., Moreno-NavarroF., Rubio-GámezM. C., Pérez-MenaV., CabanillasP., "Reuse of Zeolite By-Products Derived from Petroleum Refining for Sustainable Roads", Advances in Materials Science and Engineering, vol. 2019, Article ID 4256989, 10 pages, 2019. DOI: doi.org/10.1155/2019/4256989
7. Цеолитсодержащие породы Татарстана и их применение. Под ред. А.В. Якимова, А.И. Булова. Казань: изд-во «Фен» АН РТ, 2001, 176 с.
8. Р. К. Низамов, Л. А. Абдрахманова, В. Г. Хозин Строительные материалы на основе поливинилхлорида и полифункциональных техногенных отходов. Казанский гос. архитектурно-строит. ун-т. - Казань: Изд-во Казанского гос. архитектурно-строит. ун-та, 2008. - 181 с.
9. ОАО «Цеолиты Поволжья». URL: zeol.ru/o-ceolitha

10. Ильина О.Н., Ильин И.Б., Хусаенов Б.К., Силкин В.В. Теплый асфальтобетон на основе цеолита // Транспортное строительство. 2022. №2. С. 21-23.
11. Лупанов А.П., Силкин В.В., Баяртогтох Дулмаа, Ильина О.Н. Обеспечение экологической безопасности при производстве асфальтобетонных смесей на АБЗ // Известия КГАСУ. 2017. №4(42) С.424-431.
12. Шемшуря Е.А. К вопросу о применении строительных материалов в дорожно-транспортном комплексе // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть1). URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1326/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1326/).

### References

1. Barinov E.N. Osnovy teorii i tekhnologii primeneniya asfal'tobetonov na vspenennyh bitumah [Fundamentals of the theory and technology of asphalt concrete application on foamed bitumen]. L.: LGU, 1990. 175 p.
  2. Korolev I.V. Struktura i svoystva dorozhnyh teplyh asfal'tobetonov [Structure and properties of warm asphalt road concrete]: Avtoreferat dis. d-r tekhn. nauk. M, 1975. - 13 p.
  3. Proizvodstvennaya baza dorozhnogo stroitel'stva [Production base of road construction]. Pod obshch. red. V.V. Silkina, A.P. Lupanova, M.: Tekhpolygrafcentr, 2024 -257p.
  4. Beregovaya N.G., Gerasimenko V.V., Molchanov S.A., Morozov M.M. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. №10. P. 334–336.
  5. Zhuolin Li, Junda Ren, Jianping Zhu, Wei Li, Xingsheng Fu, Liying Yang, "Study on the Construction Performance of Zeolite Asphalt Mixture Based on Macro-Micro Scale", Advances in Materials Science and Engineering, vol. 2020, Article ID 4137321, 21 pages, 2020. DOI: [doi.org/10.1155/2020/4137321](https://doi.org/10.1155/2020/4137321)
-



6. Sol-SánchezM., Moreno-NavarroF., Rubio-GámezM. C., Pérez-MenaV., CabanillasP., "Reuse of Zeolite By-Products Derived from Petroleum Refining for Sustainable Roads", Advances in Materials Science and Engineering, vol. 2019, Article ID 4256989, 10 pages, 2019. DOI: doi.org/10.1155/2019/4256989
7. Ceolitsoderzhashchie porody Tatarstana i ih primenenie [Zeolite-containing rocks of Tatarstan and their application]. Pod red. A.V. Yakimova, A.I. Burova. Kazan': izd-vo «Fen» AN RT, 2001, 176 p.
8. R. K. Nizamov, L. A. Abdrahmanova, V. G. Hozin Stroitel'nye materialy na osnove polivinilhlorida i polifunkcional'nyh tekhnogennyh othodov [Building materials based on polyvinyl chloride and multifunctional man-made waste]. Kazanskij gos. arhitekturno-stroit. un-t. Kazan': Izd-vo Kazanskogo gos. arhitekturno-stroit. un-ta, 2008. 181 p.
9. OAO «Tseolity Povolzh'ya». URL: zeol.ru/o-ceolitha.
10. Il'ina O.N., Il'in I.B., Husaenov B.K., Silkin V.V. Transportnoe stroitel'stvo. 2022. №2. pp. 21-23.
11. Lupanov A.P., Silkin V.V., Bayartogtoh Dulmaa, Il'ina O.N. Izvestiya KGASU. 2017. №4(42) pp.424-431.
12. Shemshura E.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №4 (ch.1). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1326/.

**Дата поступления: 9.11.2024**

**Дата публикации: 24.12.2024**