

Интернет-журнал «Транспортные сооружения» <https://t-s.today>

Russian journal of transport engineering

2020, №2, Том 7 / 2020, No 2, Vol 7 <https://t-s.today/issue-2-2020.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/03SATS220.pdf>

DOI: 10.15862/03SATS220 (<http://dx.doi.org/10.15862/03SATS220>)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Андронов С.Ю., Кочетков А.В., Шашков И.Г. Ремонт дорожных покрытий с применением холодных влажных фибросодержащих асфальтобетонных смесей // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2020 №2, <https://t-s.today/PDF/03SATS220.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/03SATS220

**For citation:**

Andronov S. Yu., Kochetkov A. V., Shashkov I. G. (2020). Repair of road surfaces using cold wet fiber containing asphalt concrete mixtures. *Russian journal of transport engineering*, [online] 2(7). Available at: <https://t-s.today/PDF/03SATS220.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/03SATS220

**УДК 625.7/.8**

**ГРНТИ 67.15.49**

**Андронов Сергей Юрьевич**

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Саратов, Россия  
Доцент кафедры «Транспортное строительство»  
Кандидат технических наук, доцент  
E-mail: atomic08@yandex.ru

**Кочетков Андрей Викторович**

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия  
Профессор  
Доктор технических наук, профессор  
E-mail: soni.81@mail.ru

**Шашков Игорь Геннадиевич**

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия  
Старший преподаватель  
Кандидат технических наук  
E-mail: igoshashkov@yandex.ru

## **Ремонт дорожных покрытий с применением холодных влажных фибросодержащих асфальтобетонных смесей**

**Аннотация.** При строительстве опытных участков дорожных покрытий в с. Усть-Курдюм Саратовского района Саратовской области установлена эффективность производства и применения холодных фибросодержащих дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей с диспергированным битумом.

Исследован метод ускорения формирования структуры холодного фибросодержащего асфальтобетона путем термической обработки его поверхности.

Диспергированный битум после высыхания пленки воды имеет хорошую адгезию к бетону, асфальтобетону и другим материалам. Образующий в результате отверждения асфальтобетон на основе диспергированного битума является высокопрочным, химически стойким, гидрофобным и экологически чистым, соответствующим существующим нормативным требованиям на асфальтобетон.

Для производства асфальтовых смесей пригоден серийно выпускаемое оборудование с использованием обычно применяемых в горячем асфальтовом бетоне материалов: щебень, песок, минеральный порошок и битум. Из технологического процесса исключаются операции по высушиванию и нагреву щебня и песка.

Асфальтобетонная смесь не прилипает к поверхности обрешеченных вальцов виброкатков, что позволяет уплотнять смеси с повышенным содержанием минерального порошка в любой момент времени. На поверхности уплотняемого слоя трещин образуется меньше, чем при применении гладковальцового катка.

Технология рекомендуется для расширенного применения для дорог и улиц населенных пунктов, автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения.

**Ключевые слова:** асфальт с дисперсным битумом; асфальтобетон; суспензия; асфальтобетонные смеси; мастика; вяжущее; эмульсия; диспергированный битум; щебень; каркасная структура

## Введение

Асфальтобетон на основе диспергированного битума используется в конструкции автомобильных дорог, в том числе в качестве защитных слоев и тонких слоев износа.

Такие материалы получают перемешиванием смеси холодных увлажненных щебня, песка, минерального порошка с битумом, нагретым до температуры 140–150 °С [1; 2].

Диспергированный битум после высыхания пленки воды имеет хорошую адгезию к бетону, асфальтобетону и другим материалам<sup>1</sup>. Образующийся в результате отверждения асфальтобетон на основе диспергированного битума является высокопрочным, химически стойким, гидрофобным и экологически чистым, соответствующим существующим нормативным требованиям на асфальтобетон.

Асфальтобетонная смесь не прилипает к поверхности обрешеченных вальцов виброкатков, что позволяет уплотнять смеси с повышенным содержанием минерального порошка в любой момент времени. На поверхности уплотняемого слоя трещин образуется меньше, чем при применении гладковальцового катка [3].

После уплотнения пневмошинным катком для придания поверхности покрытия ровности необходимо сделать один-два прохода катком с гладкими металлическими вальцами. Для производства асфальтовых смесей пригоден серийно выпускаемое оборудование с использованием обычно применяемых в горячем асфальтовом бетоне материалов: щебень, песок, минеральный порошок и битум. Из технологического процесса исключаются операции по высушиванию и нагреву щебня и песка.

Состояние научно-технического уровня исследований по этому вопросу в целом отражено в списке литературы [1–13].

---

<sup>1</sup> Патент 2285707 РФ. Способ изготовления битумосодержащих смесей с минеральным компонентом / А.В. Светенко, К.М. Строчков, Н.А. Горнаев. Опубл. 20.10.2006, Бюл. № 29.

### Решение задачи

Цель исследования: решение прикладной проблемы летнего и зимнего ремонта дорожных покрытий с помощью холодных влажных асфальтобетонных смесей с применением фиброволокон [3].

Большинство недостатков, присущих горячей технологии производства и применения асфальтовых материалов, исключаются при приготовлении асфальтовых смесей холодным способом с применением битума в диспергированном состоянии.

Для достижения армирующего эффекта для любых материалов, в том числе и асфальтовых материалов, за счет введения коротких волокон и нитей необходимо их равномерное распределение в смесях-полуфабрикатах и в сформированном конструкционном материале.

Наиболее подходящим на текущий момент предприятием для производства битумной суспензии и холодных влажных асфальтобетонных смесей на основе микродиспергированного битума является типовой асфальтобетонный завод, дооборудованный системой подачи и дозирования воды.

Андроновым С.Ю. разработана и запатентована<sup>2</sup> технология фибросодержащего асфальтобетона с дисперсным битумом, позволяющая выполнять заготовку и хранение фибросодержащих асфальтобетонных смесей на складах, выполнять их транспортировку на значительные расстояния, применять фибросодержащие асфальтобетоны в периоды межсезонья и отрицательных температур, когда не работают асфальтобетонные заводы [3].

Технология холодного фибросодержащего асфальтобетона имеет следующие достоинства: энергосбережение, ресурсосбережение, экологическая безопасность и экономическая эффективность.

Обязательной составляющей асфальтовых полуфабрикатов с диспергированным битумом является вода. Представляется целесообразным распределить короткие волокна армирующего материала сначала в воде, а затем взвесь армирующих волокон подавать в мешалку на отдозированный минеральный материал.

После перемешивания этих компонентов в мешалку подается горячий битум и перемешивание продолжается около 30 с для диспергирования битума и гомогенизации смеси (получение однородной массы).

Вместо «чистого» горячего битума может использоваться холодная битумная суспензия.

Ранее авторами были теоретически исследованы процессы структурообразования холодного фибросодержащего асфальтобетона с дисперсным битумом [4–8].

Установлено, что определяющее влияние на качественные характеристики холодного фибросодержащего асфальтобетона с дисперсным битумом и на скорость формирования фибросодержащего асфальтобетона в дорожном покрытии оказывает степень дисперсности битума.

Диспергированные капли битума после уплотнения холодных влажных асфальтобетонных смесей в пределе приобретают свойства пленок на поверхности минеральных частиц.

---

<sup>2</sup> Патент РФ № 2351703. Способ приготовления холодной органоминеральной смеси для дорожных покрытий. Н.А. Горнаев, В.Е. Никишин, С.М. Евтеева, С.Ю. Андронов, А.С. Пыжов Оpubл. 10.04.2009.

## Летние работы по устройству дорожных покрытий

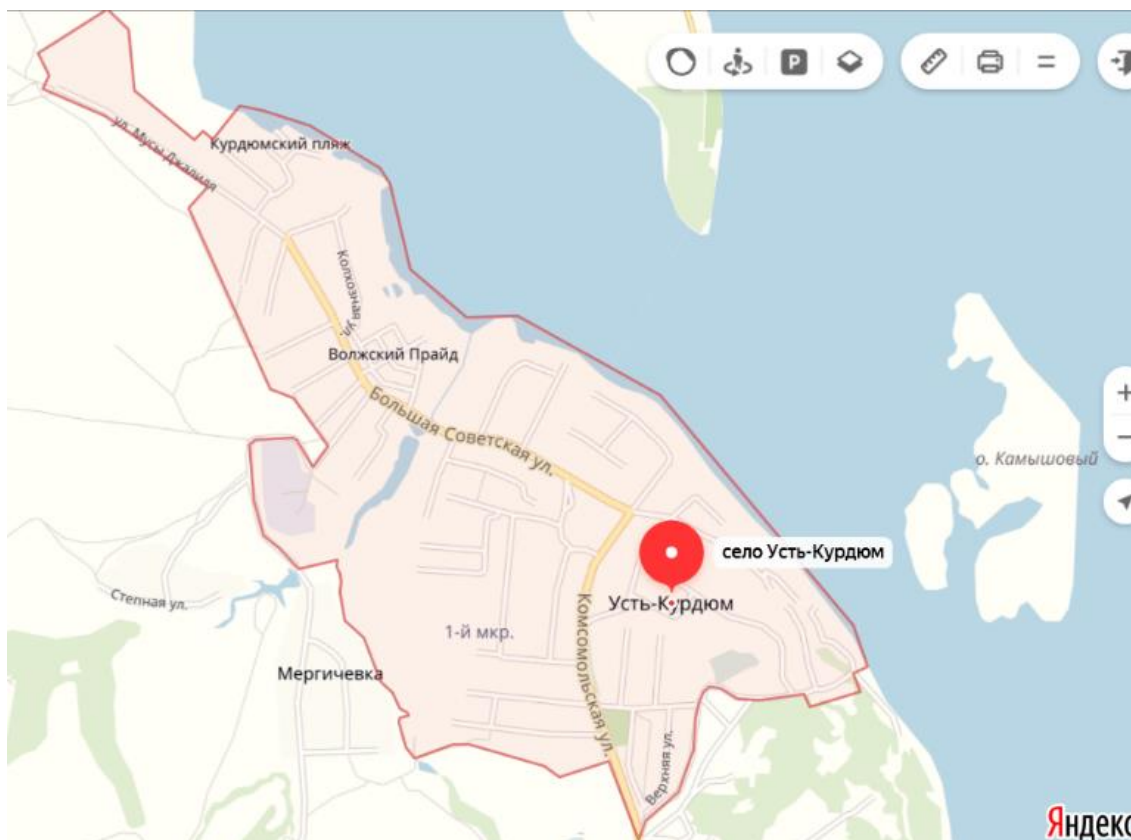
В с. Усть-Курдюм Саратовского района Саратовской области сотрудники Поволжского учебно-исследовательского центра «Волгодортранс» СГТУ внедряли новую смесь асфальтобетона для проведения ямочного ремонта по СТО 20651461-02-2018 Суспензии и холодные битумоминеральные смеси с дисперсным битумом. Технические условия [6].

Суть инновационного метода в том, что составляющие асфальтобетона – щебень, песок и минеральный порошок – подаются в смеситель асфальтобетонного завода не в нагретом до 160–185 °С виде, а при температуре окружающей среды. Благодаря этому удается достичь 50 % экономии в сравнении с традиционной «горячей» технологией асфальта.

Для получения необходимой степени дисперсности битума влажность минеральной части должна находиться в пределах 4–7 % и 7–10 % при содержании минеральных частиц размером мельче 0,071 мм, соответственно, 4–9 % и 9–12 %.

Экспериментальную смесь использовали при заделывании ям на дорожном покрытии на въезде в с. Усть-Курдюм. Теперь эти участки находятся под наблюдением.

Участок автомобильной дороги длиной 2485 м был отремонтирован с применением ремонтной холодной асфальтобетонной смеси на основе диспергированного битума. План автомобильной дороги, полученный из информационного ресурса Яндекс, показан на рисунке 1.



*Рисунок 1. План дороги (ул. Комсомольская) (информационный ресурс Яндекс)*

Интенсивность движения транспортных средств – средняя.

Фотография использованного для производства холодных асфальтобетонных смесей асфальтобетонного завода ООО «Трасса», г. Саратов, представлена на рисунке 2.



*Рисунок 2. Фотография асфальтобетонного завода (фото авторов)*

Технология выполнения работ представлена на рисунках 3–8.



*Рисунок 3. Фотография состояния дорожного покрытия с вырубленными картами (фото авторов)*



*Рисунок 4. Предварительное увлажнение водой карты ремонта (фото авторов)*



*Рисунок 5. Отбор ремонтной смеси из емкости из кузова транспортного средства (фото авторов)*



*Рисунок 6. Распределение ремонтной смеси в карте (фото авторов)*



*Рисунок 7. Уплотнение ремонтной смеси (фото авторов)*



*Рисунок 8. Результат ремонта проезжей части картами (фото авторов)*

### **Зимние работы по устройству дорожных покрытий.**

При выполнении опытно-экспериментального исследования способа термической обработки в с. Усть-Курдюм Саратовского района Саратовской области силами ООО «Инфраструктура» г. Саратов совместно с соавторами настоящей работы методом смешения на автомобильной дороге в декабре 2018 г. при отрицательных температурах воздуха на подготовленное основание укладывались фибросодержащие холодные асфальтобетонные смеси с дисперсным битумом типа В на известняковом щебне.

При строительстве опытных участков установлена эффективность производства холодных фибросодержащих (дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей с дисперсным битумом), установлена эффективность метода смешения на дороге и ускорения формирования структуры холодного фибросодержащего асфальтобетона путем термической обработки его поверхности.

Общая площадь опытных участков дорожного покрытия составила 1000 м<sup>2</sup>. Термообработка выполнялась открытым пламенем газовых горелок мощностью 2–5 кВт. В распределенные минеральные компоненты (щебень, песок, фиброволокно) вводилась предварительно приготовленная битумная эмульсия на твердом эмульгаторе (минеральном порошке МП-1), смешение производилось с применением навесной дорожной фрезы, затем смесь разравнивалась вручную либо автогрейдером и уплотнялась с применением укатки. Спустя 14 календарных дней после укладки выполнялся отбор 300 проб (вырубок) с опытных участков асфальтобетонного покрытия.

Для исследований равномерности (однородности) распределения фиброволокна, выполнялось выжигание (экстрагирование) вяжущего с исследованием фиброволокон микроскопическим методом. Показатели физико-механических свойств вырубок асфальтобетона с опытных участков в с. Усть-Курдюм Саратовского района Саратовской области показали соответствие холодного фибросодержащего асфальтобетона требованиям ГОСТ 9128-2013 для асфальтобетона II марки.

### **Выводы:**

1. Разработана и запатентована технология фибросодержащего асфальтобетона с дисперсным битумом, позволяющая выполнять заготовку и хранение

фибросодержащих асфальтобетонных смесей на складах, выполнять транспортировку на значительные расстояния, применять фибросодержащие асфальтобетоны в периоды межсезонья и отрицательных температур, когда не работают асфальтобетонные заводы<sup>2,3,4</sup>.

2. Расчеты показали, что суммарный народнохозяйственный эффект от внедрения технологии фибросодержащего асфальтобетона с дисперсным битумом составляет до 52 % по сравнению с традиционным горячим асфальтобетоном.
3. Установлено, что в результате термообработки поверхности холодного фибросодержащего асфальтобетона с дисперсным битумом длительностью 20–80 с на ней формируется защитный слой с такой же структурой, как у асфальтобетона того же состава, формировавшегося 12 часов при 100 °С.
4. При зимнем строительстве опытных участков дорожных покрытий в с. Усть-Курдюм Саратовского района Саратовской области в декабре 2018 г. установлена эффективность производства и применения холодных фибросодержащих дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей с дисперсным битумом.
5. Технология рекомендуется для расширенного применения для дорог и улиц населенных пунктов, автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горнаев, Н.А. Технология асфальта с дисперсным битумом: учебное пособие / Н.А. Горнаев. Саратов, 1997. – 61 с.
2. Страчков, К.М. Стабилизация битумных эмульсий на твердых эмульгаторах / Н.А. Горнаев, К.М. Страчков // Проблемы транспорта и транспортного строительства: межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 2004. – С. 164–167.
3. Андронов С.Ю. Технология дисперсно-армированного композиционного холодного щебеночно-мастичного асфальта / С.Ю. Андронов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. №. 4. – С. 67–71.
4. А.с. 883221 СССР. Способ приготовления битумоминеральной смеси. Н.А. Горнаев, В.П. Калашников, А.Ф. Иванов. Опубл. в Б.И. 1981. – № 43.

---

<sup>3</sup> Патент РФ № 2662493 Способ получения битумной эмульсии и битумная эмульсия. Патентообладатель А.В. Кочетков. Опубл. 26.07.2018. Бюл. № 21.

<sup>4</sup> Патент РФ № 2714547. Способ строительства дорожной одежды и конструкция. А.В. Кочетков, Ю.Э. Васильев, А.Ф. Иванов, С.А. Коротковский, В.В. Талалай. Опубл. 18.02.20210. Бюл. № 5.



5. Кочетков А.В. Битумная суспензия на твердом эмульгаторе // Транспортные сооружения, 2018 № 4, <https://t-s.today/PDF/15SATS418.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/15SATS418.
6. Битумная суспензия: монография / А.В. Кочетков, С.Ю. Андронов, А.Ф. Иванов, Н.Е. Кокодеева, А.С. Козин, О.В. Пачина; под ред. Ю.Э. Васильева, Н.Е. Кокодеевой. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2019. – 192 с.
7. Практическое применение битумной суспензии в Оренбургской области / Кочетков А.В., Иванов А.Ф., Кокодеева Н.Е., Пачина О.В. // В сборнике: Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации. Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. 2019. С. 446–450.
8. Di Yu, Wensheng Wang, Yongchun Cheng, Yafeng Gong, Laboratory investigation on the properties of asphalt mixtures modified with double-adding admixtures and sensitivity analysis, Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition) (2016), DOI: 10.1016/j.jtte.2016.09.002.
9. Low-Temperature Performance and Damage Constitutive Model of Eco-Friendly Basalt Fiber-Diatomite-Modified Asphalt Mixture under Freeze-Thaw Cycles Yongchun Cheng, Di Yu, Guojin Tan and Chunfeng Zhu Article (PDF Available). Materials 11(11): 2148. October 2018. with 32 Reads DOI: 10.3390/ma11112148.
10. Clara Celauro, Filippo Praticò Asphalt mixtures modified with basalt fibres for surface courses Article in Construction and Building Materials 170: 245–253 May 2018 with 13 Reads, DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.03.058.
11. Yafeng Gong, Haipeng Bi, Chunyu Liang, Shurong Wang Microstructure Analysis of Modified Asphalt Mixtures under Freeze-Thaw Cycles Based on CT Scanning Technology. Article (PDF Available) in Applied Sciences 8(11): 2191 November 2018 with 32 Reads. DOI: 10.3390/app8112191.
12. Xiao Qin, Aiqin Shen, Yinchuan Guo, Zhennan Li. Characterization of asphalt mastics reinforced with basalt fibers Article in Construction and Building Materials 159: 508–516 January 2018 with 29 Reads. DOI: 10.1016/j.conbuildmat. 2017.11.012.
13. Yafeng Gong, Haipeng Bi, Zhenhong Tian, Guojin Tan. Pavement Performance Investigation of Nano-TiO<sub>2</sub>/CaCO<sub>3</sub> and Basalt Fiber Composite Modified Asphalt Mixture under Freeze-Thaw Cycles. Article (PDF Available) in Applied Sciences 8(12): 2581. December 2018 with 39 Reads. DOI: 10.3390/app8122581.

**Andronov Sergey Yuryevich**

Saratov state technical university of Gagarin Yu.A., Saratov, Russia  
E-mail: atomic08@yandex.ru

**Kochetkov Andrey Viktorovich**

Perm national research polytechnical university, Perm, Russia  
E-mail: soni.81@mail.ru

**Shashkov Igor Gennadiyevich**

Air force academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin, Voronezh, Russia  
E-mail: igoshashkov@yandex.ru

## Repair of road surfaces using cold wet fiber containing asphalt concrete mixtures

**Abstract.** During the construction of experimental sections of road surfaces in v. Ust-Kurdyum of the Saratov district of the Saratov region has been established the efficiency of production and application of cold fiber-containing dispersed-reinforced asphalt concrete mixtures with dispersed bitumen.

A method for accelerating the formation of the structure of cold fiber-containing asphalt concrete by heat treatment of its surface is studied.

Dispersed bitumen after drying the water film has good adhesion to concrete, asphalt concrete and other materials. The asphalt concrete formed as a result of curing on the basis of dispersed bitumen is high-strength, chemical-resistant, hydrophobic and environmentally friendly, corresponding to the existing regulatory requirements for asphalt concrete.

For the production of asphalt mixtures, mass-produced equipment is suitable using materials commonly used in hot asphalt concrete: crushed stone, sand, mineral powder and bitumen. Operations on drying and heating of crushed stone and sand are excluded from the technological process.

Asphalt concrete mix does not stick to the surface of rubberized rollers of vibratory rollers, which allows compacting mixtures with a high content of mineral powder at any time. There are fewer cracks on the surface of the compacted layer than when using a smooth-rolling roller.

The technology is recommended for extended use on roads and streets of localities, and highways with low traffic intensity.

**Keywords:** asphalt with disperse bitumen; suspension; asphalt concrete; asphalt concrete mixes; mastic knitting; an emulsion; disperse bitumen; crushed stone; frame structure

### REFERENCES

1. Gornaev N.A. (1997). Tekhnologiya asfal'ta s dispersnym bitumom. [*Dispersed Bitumen Asphalt Technology.*] Saratov, p. 61.
2. Gornaev N.A., Strachkov K.M. (2004). Stabilizatsiya bitumnykh ehmul'siy na tverdykh ehmul'gatorakh. [*Stabilization of bitumen emulsions on solid emulsifiers.*] Saratov: Saratov State Technical University, pp. 164–167.
3. Andronov S.Yu. (2017). Technology of dispersed-reinforced composite cold crushed stone and mastic asphalt. *Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov*, 4, pp. 67–71 (in Russian).

4. Gornaev N.A., Kalashnikov V.P., Ivanov A.F. (1981). A.s. 883221 SSSR. Sposob prigotovleniya bitumomineral'noy smesi. № 43. [A.S. 883221 USSR. A method of preparing a bitumen-mineral mixture. Number 43.] pp. 164–167.
5. Kochetkov A.V. (2018). Bituminous suspension of solid emulsifier. *Russian journal of transport engineering*, [online] 4(5). Available at: <https://t-s.today/PDF/15SATS418.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/15SATS418.
6. Kochetkov A.V., Andronov S.Yu., Ivanov A.F., Kokodeeva N.E., Kozin A.S., Pachina O.V. (2019). Bitumnaya suspenziya. Ed. by Yu.Eh. Vasil'ev, N.E. Kokodeeva. [Bitumen suspension.] Saratov: Saratov State Technical University, p. 192.
7. Kochetkov A.V., Ivanov A.F., Kokodeeva N.E., Pachina O.V. (2019). Prakticheskoe primeneniye bitumnoy suspenzii v Orenburgskoy oblasti. [The practical application of bitumen suspension in the Orenburg region.] pp. 446–450.
8. Di Yu, Wensheng Wang, Yongchun Cheng, Yafeng Gong (2016). Laboratory investigation on the properties of asphalt mixtures modified with double-adding admixtures and sensitivity analysis, *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. DOI: 10.1016/j.jtte.2016.09.002.
9. Yongchun Cheng, Di Yu, Guojin Tan, Chunfeng Zhu (2018). Low-Temperature Performance and Damage Constitutive Model of Eco-Friendly Basalt Fiber-Diatomite-Modified Asphalt Mixture under Freeze-Thaw Cycles. 11(11). DOI: 10.3390/ma11112148.
10. Clara Celauro, Filippo Praticò (2018). Asphalt mixtures modified with basalt fibres for surface courses. *Article in Construction and Building Materials*, 170, pp. 245–253. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.03.058.
11. Yafeng Gong, Haipeng Bi, Chunyu Liang, Shurong Wang (2018). Microstructure Analysis of Modified Asphalt Mixtures under Freeze-Thaw Cycles Based on CT Scanning Technology. 8(11). DOI: 10.3390/app8112191.
12. Xiao Qin, Aiqin Shen, Yinchuan Guo, Zhennan Li (2018). Characterization of asphalt mastics reinforced with basalt fibers. 159, pp. 508–516. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.11.012.
13. Yafeng Gong, Haipeng Bi, Zhenhong Tian, Guojin Tan (2018). Pavement Performance Investigation of Nano-TiO<sub>2</sub>/CaCO<sub>3</sub> and Basalt Fiber Composite Modified Asphalt Mixture under Freeze-Thaw Cycles. 8(12). DOI: 10.3390/app8122581.