АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИХСЯ АСФАЛЬТОВЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

**Максимов В.А., магистрант 2 курса
дорожно-строительного факультета
Научный руководитель – Ушаков В.В.,
доктор технических наук, профессор
Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ), г. Москва**

***Ключевые слова:** самовосстанавливающийся асфальт, прочность бетона, палочковидная бактерия, эластичный бетон, микрокапсулы*

Статья посвящена изучению технологий и методов самовосстановления асфальтовых покрытий, используемых за рубежом. Также выявлены основные преимущества и недостатки каждого метода

Введение. Если говорить о развитии дорожного хозяйства за рубежом, то здесь очевиден технологический прогресс, выражающийся не только в разработке, но и в активном применении современных и эффективных методов дорожного строительства и ремонта.

Цель работы. Собственно, в данной статье рассмотрим зарубежные инновационные технологии и методы самовосстановления асфальтовых покрытий и асфальтобетона, в целом. Изучим основные плюсы и минусы каждого из метода.

Результаты. Технология, предложенная Эриком Шлангером, заключается в смешивании битума с мелкими металлическими (стальными) волокнами. Данная технология действует следующим образом: электрический ток пропускают через наполнители близко к дорожной трещине. Электрическая цепь генерирует внутреннее тепло необходимой температуры. Под действием тепла от асфальтобетонной машины, имеющий большой магнит, происходит нагревание волокон,

их смешение в общей массе асфальтобетона, в результате чего весь асфальт становится проводящим, битум становится более текучим и проникает во все трещины и уплотняется. [1,2]

Похожую инновацию на восстановление дорожного покрытия предлагают исследователи «ETH Zurich» и швейцарская исследовательская организация «Empa». [3]

Кроме того, использование стальных частиц в асфальте имеет еще одну интересную функцию. Их можно использовать для зарядки электромобилей, пока он ожидает разрешающего знака светофора на перекрестке. Ученые в настоящее время проводят испытания о целесообразности этого метода.

Проводимые эксперименты с асфальтобетонными смесями, содержащими стальные волокна или стальные шлаки, показывают, что эффективность восстановления образцов с нагревом микроволновыми волнами была немного лучше, чем модифицированной асфальтобетонной смеси из стальных волокон с индукционным нагревом, поскольку распределение температуры было более равномерным. Кроме того, локальный перегрев и неравномерное распределение температуры оставались большими проблемами в процессе самовосстановления асфальтовых смесей при практическом применении.

Еще один вариант самовосстанавливающегося асфальта был предложен профессором Альваро Гарсия из Ноттингемского университета. Суть метода заключается в использовании для восстановления асфальта эффекта Кафеала. Для этого в асфальт вводятся микрокапсулы с подсолнечным маслом, которые при сжатии и вытекания масла увеличивает вязкость смеси и способствуют заживлению покрытия. [4]

Также опыты, описываемые в статье Альваро Гарсия показывают, что плотность асфальтобетона при добавлении капсул снижается на 0,1-0,2 см/гм³. Причиной такого снижения является то, что плотность капсул (1,116 г/см³ при 20 ° C) ниже, чем плотность компонентов смеси.

Максимальное восстановление асфальтобетона во времени наблюдается в образцах, содержащих капсул 0,75-1,00% и достигается

оно через 96 ч после начала процесса высвобождения содержимого из капсул.

Так же в ходе исследования было установлено, что асфальтобетонные смеси с 0,5%-ным содержанием капсул имеют лучшие показатели прочности на сжатие, растяжение большую сопротивляемость усталостным трещинам, чем асфальтовые смеси без капсул, а также смеси с 0,75% и 1,00% капсул.

Таким образом, содержание капсул (0,5%) является оптимальным для улучшения характеристик покрытия.

Наряду с использованием бактерий для создания самовосстанавливающегося бетона ученые нашли применение данной разработки и в качестве технологии для увеличения срока службы асфальтобетонных покрытий.

Еще одной современной технологией, применяющейся для повышения срока службы асфальтобетонных покрытий является «Heal Road». Концепция заключается в индукционном нагреве стальных волокон, расположенных в дорожной одежде.

Когда в процессе износа появляются микротрещины (обычно через 3-5 лет после его изготовления), индукционный нагревательный генератор будет проходить через поверхность дороги, нагревая магнитные частицы. Битум будет плавиться и протекать через микротрещины, чтобы закрыть их. Первоначальные оценки подтверждают, что срок службы дороги можно продлить более чем на 30% за счет использования самовосстановления в сочетании с другими действиями по техническому обслуживанию.

Заключение. Таким образом, на основе вышеизложенного материала можно заключить, что автомобильные дороги с нежестким асфальтобетонным покрытием продолжают строиться за рубежом, причем для них разрабатываются все новые и новые технологии, позволяющие увеличить срок их службы.

Среди известных технологий – метод Эрика Шлангера (стальные волокна), асфальтобетон модифицированный наночастицами железа, асфальтобетон с микрокапсулами масла и бактериями, технология индукционного нагревания «Heal Road».

Библиографический список

1. Рыбушкин М.С., Ляшенко Д.А., Кузьменко А.В., Соколов П.Э. Технологии самовосстанавливающихся асфальтовых покрытий // Инновационная наука. 2019. N 12. 3 с. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-samvosstanavlivayuschih-sya-asfaltovyh-pokrytiy> (дата обращения: 15.02.2023).

2. Чепелева К.В., Никитина О.С., Банникова А.С., Сиротская К.В. Технологии биоминерализации: возможности и перспективы использования / Технические науки // Эпохи науки. 2016. N 8. 5 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=27545694> (дата обращения: 10.02.2023). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

3. Иванова О. И., Седов Д. В. Технология «самозалечивающегося» асфальта, используемая при строительстве дорог // Актуальные вопросы инженерно-технических экспертиз: сб. ст. Иркутск: Изд-во Восточно-Сибирского института Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2018. С. 81-85.

4. Самовосстанавливающийся асфальт и будущее «умных» дорог. [Электронный ресурс] // Строительный вестник. 2019. URL: <https://svestnik.kz/samvosstanavlivajushhijsya-asfalt-i-b/> (дата обращения 13.02.2023).

ANALYSIS OF FOREIGN TECHNOLOGIES OF SELF-HEALING ASPHALT COVERINGS OF ROADS**Maksimov V. A.**

Keywords: *self-healing asphalt, concrete strength, rod-shaped bacteria, elastic concrete, microcapsules*

The article is devoted to the study of technologies and methods of self-healing of asphalt pavements used abroad. The main advantages and disadvantages of each method are also identified.