

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Статкевич Даниил, Ермаченок Роман, студенты 4-го курса  
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск  
(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)*

Современные дорожно-строительные технологии стали неотъемлемой частью инфраструктуры транспортной системы многих стран. В последние годы произошли значительные изменения в этой сфере, и сегодня мы сталкиваемся с возможностью использования новых технологий и материалов для улучшения качества автомобильных дорог. Одной из наиболее интересных инновационных технологий является укрепление дорожного покрытия за счет применения различных видов геосинтетических материалов, таких как геотекстиль, геомембрана, георешетка и геосетка. Эти материалы позволяют снизить деформации и распространение трещин в дорожном покрытии, увеличить его прочность и срок службы. Одним из примеров применения геосинтетических материалов является дорога на острове Хайнань в Китае, где была использована георешетка для укрепления дорожного покрытия (Рис. 1).



Рисунок 1 – Георешетки

Другой важной инновационной технологией является метод грунтовых инъекций. Этот метод позволяет укреплять грунтовую основу дороги за счет инъектирования специальных составов под давлением. Он позволяет устранять просадки и неоднородности в грунтовой основе, что приводит к повышению качества дорожного покрытия и уменьшению вероятности возникновения аварийных ситуаций на дороге. Один из примеров применения метода грунтовых инъекций в строительстве дорог – это магистральная трасса М-11 "Нева" в России.

Сравнивая технологии запада и востока, можно сказать, что страны Азии, такие как Китай и Япония, активно применяют инновационные технологии в дорожном строительстве. Например, в Японии применяются специальные асфальтобетонные смеси, содержащие адсорбенты, которые поглощают влагу и уменьшают количество скольжения на мокрой дороге. Это значительно повышает безопасность на дорогах в условиях сильных дождей или снегопадов.

С другой стороны, западные страны, такие как Германия и США, широко используют методы рециклирования материалов при строительстве дорог. Это позволяет сократить затраты на строительство и уменьшить воздействие на окружающую среду. Например, в Германии при строительстве дорог используют рециклированный асфальт, который содержит до 90% переработанных материалов (Табл. 1).

Таблица 1 – Метод строительства рециклированного асфальта

Этапы процесса строительства рециклированного асфальта	Описание процесса
Фрезерование	Удаление старого асфальтного покрытия
Сортировка и подготовка материала	Разделение материала на категории по размеру и качеству
Добавление свежего материала и/или вяжущего	Добавление нового материала (например, щебня) и/или вяжущего (например, битума) в рециклированный материал
Смешивание	Смешивание всех ингредиентов в специальном заводе
Укладка	Укладка смеси на дороге
Уплотнение	Уплотнение смеси при помощи виброплиты или вальца

В целом, можно сказать, что инновационные технологии в строительстве автомобильных дорог являются важным направлением развития дорожного строительства. Использование новых материалов и методов позволяет повышать качество и надежность дорог, а также сокращать затраты на их строительство и

эксплуатацию. Важно также учитывать опыт и технологии других стран и применять их в соответствии с особенностями каждого региона.

Далее нами будут рассмотрены технологии, используемые при строительстве автомобильных дорог:

**1. Superpave (Superior Performing Asphalt Pavements)** - это технология, которая была разработана в 1980-х годах в США для улучшения качества асфальтобетонных покрытий дорог. Эта технология основана на более точной оценке физико-механических свойств материалов, используемых при строительстве дороги, и на их адаптации к конкретным климатическим условиям и нагрузкам, которые ожидаются от дорожного покрытия.

Процесс Superpave включает в себя несколько этапов. Сначала проводится анализ геологических и климатических условий в районе строительства дороги. Затем проводятся испытания асфальтобетонных материалов, чтобы определить их физико-механические свойства, такие как прочность, эластичность, устойчивость к разрушению и т.д. На основе этих данных строительные компании могут выбирать наиболее подходящие материалы и создавать смеси асфальтобетона, которые будут максимально эффективны в конкретных условиях.

Superpave также учитывает условия эксплуатации дороги, такие как количество транспорта, которое ежедневно проезжает по дороге, температурные условия и наличие воды на дороге. Эти факторы важны, потому что они могут влиять на деградацию дорожного покрытия и повышение риска аварий.

В итоге, технология Superpave позволяет создавать более прочные и долговечные дорожные покрытия, которые могут выдерживать большие нагрузки и экстремальные погодные условия. Она также позволяет сократить затраты на ремонт и эксплуатацию дорог, что является важным фактором для государственных органов, ответственных за содержание дорожной инфраструктуры. Технология Superpave активно используется в США и других странах, и ее применение позволяет значительно повысить качество и надежность автомобильных дорог.

**2. Идея ученых из университета города Делфт в Голландии**, которая заключается в том, чтобы добавлять проводящие волокна в асфальтобетон, чтобы создать замкнутые контуры, которые могут использоваться для генерации электричества. Когда автомобиль ездит по такому дорожному покрытию, он вызывает трение между колесами и поверхностью дороги, что генерирует электричество через проводящие волокна.

Такая технология может быть использована для генерации электричества на местах, где это необходимо, например, для подзарядки электромобилей или для освещения дороги. Она также может быть использована для создания более

эффективной системы освещения дороги, так как дорога сама по себе будет генерировать необходимую электроэнергию.

Кроме того, проводящие волокна могут помочь улучшить безопасность дороги, так как они могут использоваться для обнаружения проблем с дорожным покрытием, таких как трещины или деформации. Это может помочь быстро выявить проблемы и устранить их до того, как они приведут к аварии.

Однако, следует отметить, что пока это только идея и требует дополнительных исследований и испытаний, чтобы понять, насколько эффективно и практично использование проводящих волокон в дорожном покрытии. Если эта технология будет успешно реализована, она может стать важным шагом в развитии устойчивой и экологически чистой дорожной инфраструктуры.

**3. Идея швейцарских исследователей из организации Empa совместно со своими коллегами из ETH Zurich** заключается в использовании наночастиц оксида железа для дорожного ремонта. Эта технология позволяет значительно улучшить качество дорожного покрытия и продлить его срок службы.

Наночастицы оксида железа обладают способностью быстро реагировать на воздействие ультрафиолетовых лучей и связываться с водой. Это позволяет использовать их для заполнения трещин и повреждений на дорожном покрытии, что приводит к улучшению его прочности и устойчивости к разрушению.

При использовании наночастиц оксида железа, их размеры составляют всего несколько нанометров, что позволяет им проникать в самые мелкие трещины дорожного покрытия. Это увеличивает эффективность дорожного ремонта и уменьшает затраты на поддержание дорожной инфраструктуры.

Также стоит отметить, что использование наночастиц оксида железа является экологически чистым и безопасным для здоровья человека. Эта технология может быть использована в любой точке мира, где необходимо обеспечить качественный и долговечный дорожный покрытие.

В целом, использование наночастиц оксида железа является одной из перспективных технологий в области дорожного строительства и ремонта. Она позволяет решать проблемы с прочностью и устойчивостью дорожного покрытия, а также улучшать экологические характеристики дорожной инфраструктуры.

**4. Идея российских ученых**, основанная на использовании диатомита в дорожной одежде. Диатомит - это натуральный минерал, состоящий из окаменелых останков диатомовых водорослей. Он имеет высокую пористость, что делает его идеальным для использования в качестве наполнителя в дорожных материалах.

При использовании диатомита в качестве наполнителя в дорожной одежде, это позволяет улучшить ее технические характеристики и продлить срок службы. В первую очередь, это связано с тем, что диатомит обладает высокой абсорбирующей способностью и может впитывать до 100% своего веса влаги. Это позволяет предотвратить проникновение воды в структуру дорожной одежды и защитить ее от деформации.

Кроме того, диатомит обладает высокой прочностью и устойчивостью к воздействию агрессивных сред, таких как кислоты, щелочи и соли. Это позволяет увеличить срок службы дорожной одежды и уменьшить необходимость в ее ремонте и замене.

Также стоит отметить, что использование диатомита является экологически чистым и безопасным для здоровья человека. Это значительно повышает экологические характеристики дорожной инфраструктуры.

В целом, использование диатомита в дорожной одежде является одной из перспективных технологий в области дорожного строительства и ремонта. Она позволяет решать проблемы с прочностью и устойчивостью дорожной одежды, а также улучшать экологические характеристики дорожной инфраструктуры.

**5. Concrete Canvas (CC)** - это инновационный материал, который может использоваться для строительства автомобильных дорог. Он представляет собой бетонное полотно, покрытое гибкой тканью, которая сначала пропитывается водой, а затем обрабатывается химическим раствором, который активизирует процесс затвердевания бетона.

Одним из преимуществ использования Concrete Canvas является его высокая прочность. После затвердевания материал становится очень твердым и устойчивым к механическим воздействиям, таким как удары, вибрации и т.д. Это делает его идеальным для использования при строительстве автомобильных дорог, где требуется высокая прочность и долговечность материала.

Кроме того, Concrete Canvas можно легко транспортировать и установить на месте. Он не требует использования тяжелых машин и специальных инструментов, что значительно упрощает процесс строительства и уменьшает затраты на транспортировку и установку материала.

Concrete Canvas также является экологически чистым материалом. Он не содержит опасных химических веществ и не оказывает отрицательного влияния на окружающую среду.

Использование Concrete Canvas в качестве материала для строительства автомобильных дорог может значительно ускорить процесс строительства и снизить затраты на строительство. Кроме того, благодаря своей прочности и долговечности, материал может уменьшить необходимость в регулярном ремонте и замене дорожных покрытий.

В данной научной статье были рассмотрены инновационные технологии, применяемые в современном строительстве автомобильных дорог. Были рассмотрены новые методы и материалы, позволяющие повысить качество и надежность дорожных покрытий, увеличить их срок эксплуатации и снизить затраты на строительство и обслуживание дорог.

В ходе исследования были выявлены следующие **результаты**: использование геосинтетических материалов для укрепления основания дорожных покрытий позволяет увеличить их надежность и устойчивость к деформациям; применение наноматериалов в дорожном строительстве способствует улучшению характеристик дорожных материалов и повышению качества покрытий; использование новых технологий, таких как рециклирование асфальта, снижает затраты на строительство дорог и сокращает количество отходов.

Таким образом, использование инновационных технологий в строительстве автомобильных дорог является эффективным решением для повышения качества и надежности дорожных покрытий, увеличения срока их эксплуатации и снижения затрат на строительство и обслуживание дорог.

#### Литература:

1. Геосинтетические материалы для дорожного строительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rovnyadoroga.ru/remont/geosinteticheskie-materialy-dlya-dorozhnogo-stroitelstva.html>. - Дата доступа: 30.04.2023.
2. Инновационные технологии в дорожном строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/217443521>. - Дата доступа: 09.05.2023.
3. Новые технологии дорожного строительства [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <https://dorians.ru/blog/novye-tekhnologii-dorozhnogo-stroitelstva/>. -Дата доступа: 09.05.2023.
4. Новые технологии строительства автомобильных дорог [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://best-stroy.ru/statya\\_tekhnologii-stroitelstva-avtomobilnykh-dorog\\_3021](https://best-stroy.ru/statya_tekhnologii-stroitelstva-avtomobilnykh-dorog_3021). - Дата доступа: 09.05.2023.
5. Понятие суперасфальта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4602927#:~:text=Superpave%20-%20это%20аббревиатура%20от,асфальтобетонов%20и%20нагрузки%20на%20полотно>. - Дата доступа: 09.05.2023.
6. Сверхпроводники и изучение сверхпроводимости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vesti.ru/nauka/article/2717715>. - Дата доступа: 09.05.2023.
7. Характеристика инновационного бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.berlogos.ru/news/concrete-canvas-innovacionnyj-beton/>. - Дата доступа: 09.05.2023.