

УДК 624.139

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Козлов С.И., преподаватель кафедры АДиГК,

Уланов А.С., студент гр. СДб-221, IV курс

Научный руководитель: Вахьянов Е.М., старший преподаватель кафедры  
АДиГККузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Строительство автомобильных дорог в условиях вечной мерзлоты — задача, сопряженная с множеством сложностей и вызовов. Обычные методы, применяемые в умеренных широтах, часто оказываются неэффективными в северных регионах, где грунтовые условия, изменение температуры и ледяные процессы могут существенно повлиять на устойчивость дорожных конструкций. Рассмотрим текущее состояние проблемы, возможности применения геосинтетических материалов, а также новые технологии и их экономическую и экологическую эффективность. [1]

### **Анализ состояния проблемы**

В условиях вечной мерзлоты традиционные методы строительства дорожных покрытий являются недостаточно эффективными, так как зачастую возникают проблемы, связанные с подвижками грунтов, пучением и развитием трещин. Использование только земляных и асфальтобетонных материалов не гарантирует долговечности и стабильности дорожного полотна. Из-за этих недостатков могут происходить частые ремонты, а также повышаются затраты на эксплуатацию. Для того, чтобы обеспечить надежность и долговечность дорог, необходимо использовать новые подходы, учитывающие особенности климата и геологии северных регионов.

### **Исследование возможностей использования геосинтетики**

Геосинтетические материалы, такие как геотекстиль, геоматы и георешетки, представляют собой инновационные решения, которые показывают значительный потенциал в строительстве дорог в таких сложных условиях. Они могут обеспечить долговечность конструкций, выполняя функции армирования, дренажа и защиты. К примеру, применение геотекстиля в качестве фильтров позволяет предотвратить миграцию частиц грунта и уменьшить наклон дороги, тем самым снижая риски подвижек. [1]

### **Разработка новых технологических решений**

Внедрение геосинтетических материалов в технологии строительства автомобильных дорог может быть реализовано через следующие инновационные подходы: [2]

1. **Армирование слоев:** использование георешеток для армирования верхних слоев дорожного покрытия увеличивает их прочность и снижает деформации.
2. **Дренажные системы:** применение геотекстилей для создания дренажных слоев, которые обеспечивают отвод лишней воды и защищают основание дороги от промерзания.
3. **Модули защиты:** использование геомембран и геосеток в сочетании с геотекстилями для обеспечения дополнительной защиты от мерзлоты.
4. **Размеренный подход к проектированию:** внедрение компьютерного моделирования для более точного прогнозирования поведения дорожной конструкции в условиях заморозки и оттаивания.

Перечисленные выше решения направлены на увеличение срока службы дорожных покрытий до 15-20 лет, что значительно превышает показатели традиционных технологий.

### **Оценка экономической эффективности**

Проведённые расчёты показывают, что стоимость внедрения геосинтетических материалов может составить до 20% от общей стоимости строительства, но при этом достигается большая экономия на ремонте и эксплуатационных расходах. Применение таких технологий выгодно в долгосрочной перспективе, так как они обеспечивают снижение необходимости частого обслуживания. Время показывает, что затраты на внедрение новых технологий могут быстро окупиться за счёт уменьшения затрат на обслуживание и безопасность.

### **Экологическая оценка**

Внедрение геосинтетических материалов также открывает возможности для минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Например, дренажные системы на основе геотекстилей позволяют сохранить естественный водообмен, снижая риск высыхания и разрушения вечной мерзлоты. Это позволяет сохранить экосистему, уменьшить эрозию и защитить растительность.

### **Практическая апробация**

Существуют успешные примеры пилотных проектов, где в строительство автомобильных дорог внедрены геосинтетические материалы.

Одним из таких примеров является применение георешеток на одном из участков Якутии, что позволило снизить разрушения дорожного полотна до 30% по сравнению с аналогичными традиционными участками. Эти результаты подтверждают эффективность предложенных технологий и открывают новые горизонты для их дальнейшего использования. Также проект в Чукотке, представляющий собой дороги с применением геосинтетических материалов, которые показали увеличение срока службы на 25-30% за первые три года наблюдений.

### **Формирование рекомендаций**

На основе проведенного исследования можно предложить следующие рекомендации для проектировщиков и строителей автомобильных дорог в условиях вечной мерзлоты:

1. **Оценка грунтовых условий:** перед началом проектирования необходимо провести детальное исследование грунтовых условий и температуры.
2. **Использование геосинтетиков:** применение геосинтетических материалов для армирования, дренажа и защиты дорожных конструкций должно стать обязательным этапом проектирования. [3]
3. **Экологические аспекты:** при выборе технологий необходимо учитывать экологические аспекты и стремиться к минимизации воздействия на местные экосистемы.
4. **Мониторинг и обслуживание:** после завершения строительства очень важно проводить регулярные осмотры дороги с целью выявления возможных дефектов и повреждений, чтобы в дальнейшем принять меры для их устранения.

Разработка и внедрение технологий строительства автомобильных дорог в условиях вечной мерзлоты с использованием геосинтетических материалов представляют собой эффективное и перспективное направление, которое способствует повышению устойчивости дорожных конструкций и снижению эксплуатационных затрат. Реализация предложенных решений позволит не только улучшить качество дорожной инфраструктуры, но и минимизировать негативные последствия для окружающей среды.

**Список литературы:**

1. Е. С. Пшеничникова, к. т. н., ведущий научный сотрудник ООО «ЦЛИТ» Журнал «ДОРОГИ. Инновации в строительстве».
2. Петров С.И. «Инновационные технологии в дорожном строительстве». СПб.: Дорога, 2019.
3. ГОСТ Р 55028-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства».