



УДК 811

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Давутбердиева Сульгун

преподаватель

Мырадов Йоллы

старший преподаватель к.т.н.

Аширов Сейра

студент

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт

г. Ашхабад, Туркменистан

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные подходы к проведению экологической оценки дорожно-строительных материалов на всех этапах их жизненного цикла — от добычи сырья и производства до утилизации. Особое внимание уделено методологии оценки жизненного цикла (LCA — Life Cycle Assessment), анализу углеродного следа и токсикологическому воздействию компонентов асфальтобетонов, геосинтетиков и вяжущих на компоненты окружающей среды. Обоснована необходимость внедрения комплексной экологической сертификации «зеленых» стандартов в дорожном строительстве.

Ключевые слова: экологическая оценка, дорожно-строительные материалы, жизненный цикл (LCA), углеродный след, экологическая безопасность, рециклинг.

METHODOLOGY FOR THE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF ROAD CONSTRUCTION MATERIALS WITHIN THE INFRASTRUCTURE LIFECYCLE SYSTEM

Davutberdiyeva Sulgun

lecturer

Myradov Yolly

senior lecturer, Ph.D.

Ashyrov Seyran

student

Turkmen State Institute of Architecture and Construction

Ashgabat, Turkmenistan

Abstract. The article examines current approaches to the environmental assessment of road construction materials across all stages of their life cycle—from raw material extraction and production to disposal. Particular attention is paid to Life Cycle Assessment (LCA) methodology, carbon footprint analysis, and the toxicological impact of asphalt concrete components, geosynthetics, and binders on the environment. The necessity of implementing comprehensive environmental certification based on "green" standards in road construction is substantiated.

Keywords: environmental assessment, road construction materials, life cycle (LCA), carbon footprint, environmental safety, recycling.

Введение

Развитие транспортной инфраструктуры неизбежно сопровождается антропогенным воздействием на окружающую среду. Производство вяжущих, добыча инертных материалов (щебня, песка), а также транспортировка компонентов дорожных одежд сопряжены с высоким уровнем энергопотребления и выбросами парниковых газов. Традиционные методы проектирования дорог фокусируются преимущественно на физико-механических характеристиках (прочность, трещиностойкость), в то время как экологические параметры материалов часто остаются вне поля зрения.

В условиях ужесточения климатической повестки проведение комплексной экологической оценки дорожно-строительных материалов становится ключевым инструментом минимизации экологического ущерба.

Методологические основы экологической оценки (LCA)

Концепция анализа жизненного цикла (Life Cycle Assessment)

Наиболее признанным международным инструментом экологической оценки является методология LCA (согласно стандартам серии ИСО 14040/14044). Применительно к дорожно-строительным материалам цикл делится на следующие стадии («от колыбели до могилы» или «от колыбели до ворот»):

1. **Добыча сырья и подготовка:** оценка истощения недр, изъятия земель под карьеры и энергозатрат.
2. **Производство материалов:** учет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух ($\$CO_2\$, \$NO_x\$, \$SO_2\$, летучие органические соединения) при выпуске битума, цемента и минеральных порошков.$
3. **Строительство и эксплуатация:** оценка выделения вредных веществ дорожным полотном под воздействием солнечной радиации и осадков.
4. **Конец жизненного цикла:** потенциал вторичной переработки (рециклинг) и безопасность захоронения отходов фрезерования.

Оценка углеродного следа (Carbon Footprint)

Расчет эквивалента выбросов углекислого газа (CO_2 -экв.) на единицу массы или объема выпускаемой продукции позволяет сравнить экологический класс различных материалов. Например, традиционный горячий асфальтобетон требует высоких температур нагрева (до 160–180 °C), что влечет значительные выбросы парниковых газов. Внедрение **теплых асфальтобетонных смесей (WMA)** позволяет снизить температуру производства на 30–40 °C и уменьшить углеродный след на 15–25%.

Экологическая безопасность различных групп материалов

Битумные вяжущие и модификаторы

Классические нефтяные битумы при нагревании и старении выделяют в атмосферу полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), обладающие токсичными и канцерогенными свойствами.

Сравнительный анализ подходов к оценке материалов

Критерий оценки	Традиционный подход (без учета экологии)	Современный экологический подход (LCA-ориентированный)
Критерии выбора	Стоимость, прочность, морозостойкость	Стоимость + углеродный след + класс опасности отходов
Энергоемкость производства	Высокая (без оптимизации температурных режимов)	Сниженная (применение теплых смесей, возобновляемой энергии)
Воздействие на водные ресурсы	Не учитывается или оценивается поверхностно	Анализ вымывания загрязняющих веществ (вымываемость ПАУ, солей)
Потенциал циркулярной экономики	Захоронение отходов фрезерования на полигонах	100% рециклинг и повторное использование в дорожных конструкциях

Заключение

Проведение экологической оценки дорожно-строительных материалов перестало быть факультативной задачей и превратилось в обязательный элемент проектирования современной транспортной инфраструктуры. Внедрение стандартов анализа жизненного цикла (LCA) позволяет объективно сопоставлять различные технологические решения не только по экономическим, но и по экологическим критериям. Перспективным направлением исследований является разработка единой цифровой базы данных экологических паспортов



отечественных дорожно-строительных материалов для автоматизации расчетов углеродного следа на стадии проектирования автодорог.

Список литературы:

1. Савин А.В. Экологическая безопасность транспортных сооружений и материалов. — М.: Юрайт, 2024.
2. ГОСТ Р ИСО 14040-2010. Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура.
3. Братчун В.И., Полякова С.А. Управление экологическими рисками в дорожном строительстве. — СПб.: Лань, 2023.