

Научная статья
УДК 625.748.8

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Анастасия Алексеевна Порицкая¹, Сергей Александрович Чудинов²

^{1, 2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ anastasiyaporitskaya2000@gmail.com

² chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. В данной статье приведены современные эффективные методики оценки модуля упругости и состояния готовой дорожной одежды. В частности, рассматривается различное специализированное оборудование, позволяющее производить точные измерения и обеспечивающее механизацию и ускорение проведения испытаний.

Ключевые слова: модуль упругости, дорожная одежда, упругий прогиб, полевые испытания

Для цитирования: Порицкая А. А., Чудинов С. А. Современные методы и оборудование для измерения модуля упругости дорожных одежд // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 811–814.

Original article

MODERN METHODS AND EQUIPMENT FOR ASSESSING THE MODULUS OF ELASTICITY OF ROAD PAVEMENTS

Anastasiya A. Poritskaya¹, Sergey A. Chudinov²

^{1, 2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ anastasiyaporitskaya2000@gmail.com

² chudinovsa@m.usfeu.ru

Abstract. This article presents modern effective methods for assessing the elasticity modulus and the state of the completed pavement. In particular, it presents various specialized equipment that enables accurate measurements and provides mechanization and acceleration of the tests.

© Порицкая А. А., Чудинов С. А., 2025

Keywords: modulus of elasticity, road pavement, elastic deflection, field tests

For citation: Poritskaya A. A., Chudinov S. A. (2025) *Sovremennye metody i oborudovanie dlya izmereniya modulya uprugosti dorozhnyh odezhd* [Modern methods and equipment for assessing the modulus of elasticity of road pavements]. *Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii* [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 811–814. (In Russ).

Дорожная одежда является одним из ключевых элементов транспортной инфраструктуры, обеспечивающих безопасное и комфортное передвижение. Модуль упругости дорожной одежды, как важный параметр, определяет способность дорожной конструкции воспринимать нагрузки и восстанавливать свою форму после их снятия. Этот показатель напрямую влияет на долговечность и эксплуатационные характеристики дорожных объектов, что делает его изучение и контроль особенно актуальным в условиях современного строительства и эксплуатации дорог. Существующие подходы к проектированию дорожной одежды основываются на расчетных методах, которые могут не всегда отражать реальное состояние покрытия [1]. В связи с этим разработаны различные методики, которые позволяют измерить модуль упругости дорожной конструкции в полевых условиях и оценить его на соответствие расчетным значениям.

Один из методов основывается на измерении упругого прогиба в центре приложения нагрузки, расчете фактического общего модуля упругости и его сопоставлении с проектным значением [2]. Для этого используют установку динамического нагружения падающим грузом (рис. 1).



Рис. 1. Установка динамического нагружения падающим грузом

Похожим методом определения обратимого прогиба является метод с использованием статического жесткого штампа (рис. 2). Методика заключается в измерении прогиба нежесткой дорожной одежды, возникающего после снятия с нее статической нагрузки, приложенной через жесткий штамп. Измерения проводят при температуре воздуха не ниже $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, при этом материалы слоев дорожной одежды и грунты рабочего слоя должны находиться в незамерзшем состоянии.



Рис. 2. Статический жесткий штамп

Более комплексным методом определения упругого прогиба является метод обратного вычисления, применяемый для определения механических свойств слоев дорожной конструкции на основе регистрации полей деформации, возникающих под воздействием нагрузок от транспортных средств. Данный способ позволяет тщательно анализировать реальное состояние покрытия с применением лабораторного комплекса, включающего ударные установки и виброизмерительные приборы.

Методика проведения испытаний включает несколько этапов. Сначала выполняются замеры прогибов покрытия под действием заданного ударного воздействия. Затем на основе полученных данных разрабатывается расчетная модель, в которой фактические модули упругости слоев дорожной одежды сопоставляются с проектными значениями [3].

Важное место в методике занимает анализ динамического отклика покрытий. Характеристики отклика дорожной конструкции должны тщательно регистрироваться виброизмерительными датчиками. Это позволяет точно оценивать качество конструктивных слоев и их соответствие нормативным требованиям.

Также в процессе исследования используется модель для оценки уязвимости конструкции, что особенно актуально для прогнозирования возможных дефектов и повреждений покрытия.

Метод обратного вычисления по экспериментально зарегистрированным данным прогибов позволяет не только повысить точность измерений, но и снизить затраты на испытания, так как позволяет избежать необходимости сверления или раскалывания покрытия для извлечения проб [4].

Полевые испытания на дороге М-53 «Байкал», проведенные в 2018 г., продемонстрировали, что модуль упругости дорожной одежды варьируется от 602 до 1343 МПа с коэффициентом вариации от 12 до 50 %. Это свидетельствует о наличии значительных расхождений в прочностных характеристиках различных участков дороги. Подобный результат говорит о том, как важно учитывать реальное состояние слоев дорожной одежды для достижения необходимых эксплуатационных характеристик.

Необходимо также учитывать, что изменения в модулях упругости происходят не только под воздействием транспортных нагрузок, но также из-за климатических условий и грунтово-гидрологических изменений. В результате скорость убывания модуля упругости может быть значительно выше, если не производится своевременный и точный мониторинг состояния дорожной конструкции [5]. Поэтому внедрение современных технологий и методов измерения модулей упругости дорожных одежд представляется актуальным для обеспечения их качества и долговечности.

Список источников

1. Исследование деформационных характеристик фиброцементогрунтовых конструкций лесовозных автомобильных дорог / С. А. Чудинов, Е. Г. Васильев, Н. В. Ладейщиков, К. В. Ладейщиков // Resources and Technology. 2024. Т. 21, № 3. С. 2–5.

2. Определение модуля упругости дорожной одежды по динамическим методам испытания // КиберЛенинка : [сайт]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-modulya-uprugosti-dorozhnoy-odezhdy-po-dinamicheskim-metodam-ispytaniya> (дата обращения: 25.11.2024).

3. ГОСТ Р 59918–2021. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Методики оценки прочности. URL: <https://docs.chtd.ru/document/1200181995> (дата обращения: 25.11.2024).

4. Обратное вычисление послойных модулей упругости дорожных одежд // КиберЛенинка : [сайт]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obratnoe-vychislenie-posloynnyh-moduley-uprugosti-dorozhnyh-odezhd> (дата обращения: 25.11.2024).

5. Чудинов С. А. Исследование прочностных показателей фиброцементогрунта для устройства конструктивных слоев лесовозных автомобильных дорог // Системы. Методы. Технологии. 2024. № 2 (62). С. 138–140.