

УДК 630*383+630*37

М. Т. Насковец, А. И. Драчиловский, М. Н. Дини
Белорусский государственный технологический университет
**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ
РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ КОЛЕСНОЙ НАГРУЗКИ**

Современные научные исследования по изучению влияния колесной нагрузки транспортных средств на работоспособность лесных автомобильных дорог свидетельствуют о том, что достаточно сложно на стадии проектирования оценить эффективность применения наиболее рациональной дорожной конструкции с точки зрения ее технического исполнения. Вместе с тем, как показывает опыт Белорусского государственного технологического университета, в лабораторных условиях на грунтовом канале, оборудованном экспериментальным стендом, можно получать закономерности изменения распределения напряжений по глубине слоистых систем и на поверхности дорожного полотна. Комплекс имеющегося для этих целей оборудования позволяет решать данного рода задачи. Однако используемые для этих целей методики не в полной мере точно способны отображать величины напряжений, возникающих на различных глубинах.

Анализ проводимых экспериментальных исследований дал возможность усовершенствовать существующие методические подходы для того, чтобы более качественно производить оценку напряженного состояния составных элементов слоев дорожных конструкций. Предложенная методика измерения возникающих по глубине напряжений в различных по длине точках приложения воздействующей колесной нагрузки предназначена для оптимизации выбора конструкций лесных автомобильных дорог на основе сравнения их работоспособности.

Ключевые слова: методика, оценка работоспособности, дорожная конструкция, колесная нагрузка, распределение напряжений.

M. T. Naskovets, A. I. Drachylovskiy, M. N. Dini
Belarusian State Technological University

**WORKING METHODS OF COMPARATIVE PERFORMANCE EVALUATION
OF ROAD CONSTRUCTION UNDER THE INFLUENCE OF WHEEL LOAD**

Modern scientific research on the effect of wheel load of vehicles on the performance of forest roads, suggests that rather difficult at the design stage to assess the efficiency of the most efficient road structure in terms of its technical performance. However, as the experience of the Belarusian State University of Technology, in the laboratory on an earth channel equipped with an experimental stand, you can get the stress distribution patterns of changes in the depth of layered systems, and on the surface of the roadway. Complex equipment available for these purposes can solve this kind of problem. However, the technique used for these purposes are not fully able to accurately display the magnitude of the stresses occurring at different depths. Analysis of the experimental studies made it possible to improve the existing methodological approaches to a qualitatively evaluate the stress state of the constituent elements of the layers of road constructions. The proposed method for measuring the depth of the stress arising from various points along the length of the application acting wheel load, is designed to optimize the selection of forest roads construction on the basis of a comparison of their efficiency.

Key words: technique, evaluation efficiency, road construction, wheel load, the theory of interaction, stress distribution.

Введение. Обеспечение требуемых условий движения колесной техники по лесным автомобильным дорогам с разными типами покрытий во многом зависит от стабильности работы под нагрузкой запроектированных слоев и физико-механических свойств, слагающих дорожную конструкцию материалов. Поэтому разработка способов упрочнения дорожных конструкций предусматривает предварительное изучение зависимости прочностных показателей конструктивных слоев от воздействующей нагруз-

ки. Затем, уже на основании полученных данных, следует производить поиск путей упрочнения автомобильных дорог.

Основная часть. На кафедре лесных дорог и организации вывозки древесины БГТУ проводятся многолетние исследования по разработке и апробированию конструктивных решений автомобильных дорог различного назначения. Работоспособность предлагаемых конструкций подтверждается проведением комплексных лабораторных испытаний.

Возможность проведения научных исследований в данном направлении обеспечивается наличием современных приборов и оборудования, позволяющих выполнять комплексные измерения по определению прочностных и иных характеристик вновь разрабатываемых слоистых дорожных систем [1].

В качестве основного оборудования в данном случае служит экспериментальный стенд для исследования модельных участков дорожных конструкций, устраиваемых на грунтовом канале. Стенд включает автоматизированную самоходную тележку для имитирования движения спаренного колеса лесовозного автопоезда МАЗ-509. Канал имеет длину 20 м, ширину – 2,8 м и глубину – 1,5 м (рис. 1).



Рис. 1. Грунтовый канал

Тележка может работать в трех режимах движения: автоматическом, полуавтоматическом и наладочном. Движение тележки реверсивное. Бесступенчатое регулирование скорости может осуществляться в пределах 0,2–5 м/с. Нагрузка, передаваемая от спаренного колеса на поверхность исследуемых дорожных конструкций, может принимать значения 2,0; 2,5 и 3,2 т. Данные значения посредством весовой платформы позволяют определить нагрузку, передаваемую от колес подвижного состава на поверхность покрытия (рис. 2).



Рис. 2. Тележка экспериментального стенда с весовой платформой

Измерение той или иной величины воздействию нагрузки заключается в установке платформы на ровную площадку с условием недопущения ее перекоса. После этого осуществляется наезд колесной пары экспериментального стенда на установленные весы с обязательным условием приложения нагрузки по центру последних.

При проведении экспериментальных исследований используются различные типы датчиков. Для определения величин вертикальных напряжений, возникающих по глубине исследуемой дорожной конструкции в процессе прохода тележки экспериментального стенда, применяются тензорезисторные преобразователи давления (месдозы) с гидравлическим мультипликатором. Принцип их действия основан на изменении омического сопротивления тензорезисторов при их деформации от приложенного к измерительной мембране давления.

Перед проведением исследований должна быть проведена гидростатическая градуировка (тарировка) тензорезисторных преобразователей давления. Градуирование производится в специальном приспособлении – гидравлическом прессе и кондукторе (рис. 3) путем передачи статического давления жидкости на рабочую поверхность датчика. Процесс градуировки заключается в снятии показаний с тензорезисторного преобразователя давления в процессе подачи на его рабочую поверхность давления жидкости посредством насоса гидравлического пресса ступенями по 0,1 МПа.



Рис. 3. Размещение месдозы в кондукторе пресса

Для снятия показаний тензорезисторных датчиков и фиксирования динамики изменения показаний применяется многоканальный тензоусилитель Spider-8 (рис. 4), представляющий собой электронную измерительную систему для электрических измерений механических величин, таких как удлинение, сила, давление, перемещение, ускорение и температура.



Рис. 4. Мобильный тензоусилитель Spider-8

Одна из отличительных особенностей усилителя Spider-8 – мобильность. Прибор имеет возможность питания от постоянного тока напряжением 12 В, что позволяет применять его в полевых условиях при наличии автомобильного аккумулятора и ноутбука. Для регистрации и обработки данных, получаемых с измерительного прибора, применяется пакет программного обеспечения Catman.

По результатам тарировки месдоз, используемых для измерения вертикальных сжимающих напряжений, строятся тарировочные графики (рис. 5).

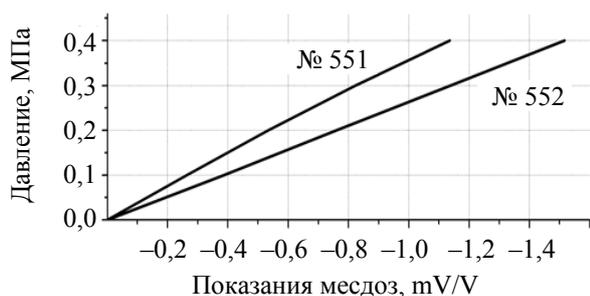


Рис. 5. Тарировочный график

Методика сравнительной оценки работоспособности разрабатываемых дорожных одежд основана на изучении изменения вертикальных сжимающих напряжений, возникающих в ее слоях в процессе воздействия колес на дорожную конструкцию (рис. 6).

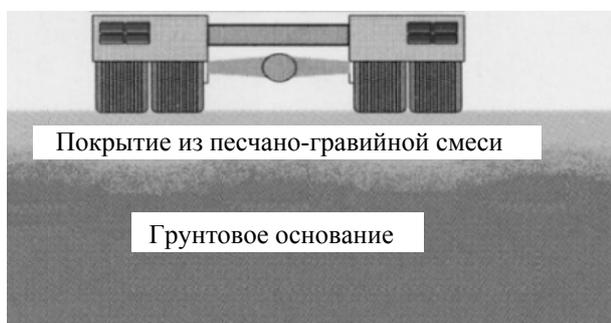


Рис. 6. Напряжения, возникающие в процессе воздействия колес на дорожную конструкцию

Для этого в лабораторных условиях устраиваются модельные участки. Один из них строят

по существующей технологии, а второй в своей конструкции содержит новые элементы.

Для получения зависимостей, характеризующих распределяющую способность конструктивных слоев устраиваемых участков в них на разных глубинах (рис. 6), закладываются в определенной последовательности (рис. 7) тензорезисторные датчики давления (месдозы).

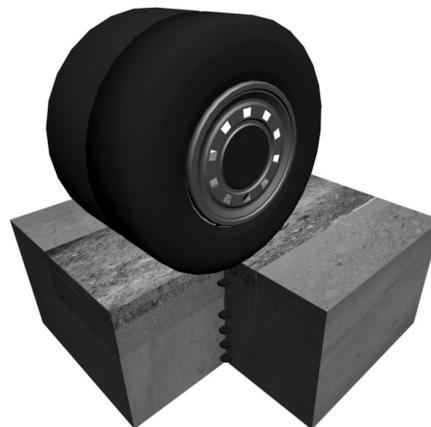


Рис. 7. Визуализация измерения напряжений

Далее по соответствующей схеме производится сборка и подключение приборов и оборудования для снятия и записи величины напряжений, регистрируемых на разных глубинах (рис. 8).

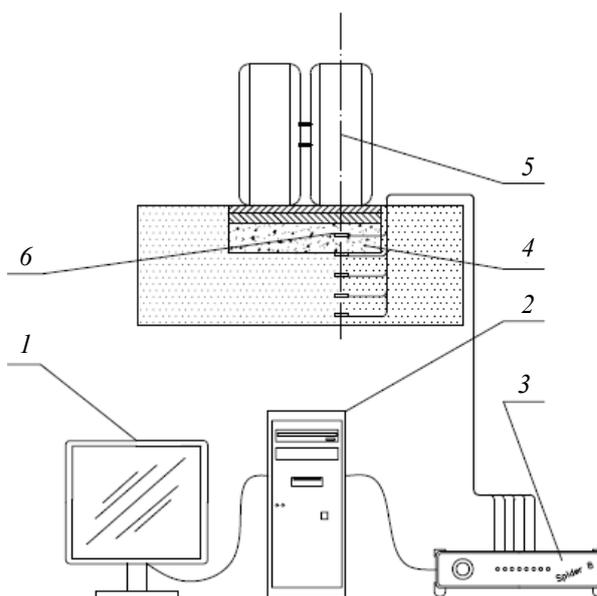


Рис. 8. Схема проведения измерений:

- 1 – монитор; 2 – системный блок;
- 3 – усилитель Spider-8; 4 – исследуемое покрытие;
- 5 – спаренные колеса; 6 – месдозы

Несмотря на то, что рассмотренная методика достаточно хорошо апробирована, ее применение имеет существенный недостаток – это

расположение месдоз строго друг под другом в вертикальной плоскости. Такое размещение регистрирующих датчиков приводит к искажению результатов измерений.

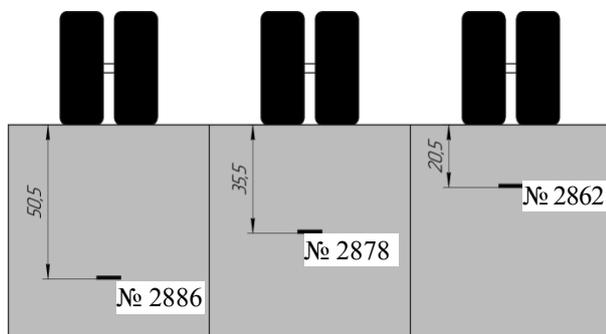


Рис. 9. Схема размещения месдоз со смещением

С целью получения более точных данных при проведении экспериментальных исследований в процессе изучения перераспределения воздействующей нагрузки по глубине предложено укладывать месдозы под испытываемыми по-

крытиями со смещением по длине движения колесной пары экспериментального стенда (рис. 9).

Таким образом, исключается негативное взаимовлияние месдоз на процесс изменения вертикальных напряжений в отличие от существующей методики.

Полученные данные о работе опытных дорожных конструкций позволяют в результате сравнительной оценки выявить наиболее эффективное техническое решение и рекомендовать его для практического применения.

Заключение. Выполненный анализ существующих методик предварительных лабораторных исследований дорожных конструкций выявил недостатки их проведения. Чтобы добиться получения более качественных данных в процессе проведения эксперимента по изучению распределяющей способности грунтовых оснований, усовершенствована ранее разработанная методика определения вертикальных сжимающих напряжений. Это позволяет более эффективно оценить работоспособность сравниваемых дорожных конструкций.

Литература

1. Лышик П. А., Науменко А. И. Совершенствование конструкций дорожных одежд лесных автомобильных дорог // Труды БГТУ. 2015. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 44–49.

References

1. Lyshchik P. A., Naumnika A. I. Construction improvement of road pavement of forest roads. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2015, no. 2: Forest and Woodworking Industry, pp. 44–49 (In Russian).

Информация об авторах

Насковец Михаил Трофимович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой лесных дорог и организации вывозки древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: naskovets@belstu.by

Драчиловский Александр Иванович – ассистент кафедры лесных дорог и организации вывозки древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: drachilovskiy@belstu.by

Дини Мортеза Носрат – аспирант кафедры лесных дорог и организации вывозки древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: dini@belstu.by

Information about the authors

Naskovets Michael Trofimovich – PhD (Engineering), Assistant Professor, Head of the Department of Forest Roads and Timber Transportation. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: naskovets@belstu.by

Drachilovskiy Alexander Ivanovich – assistant lecturer of the Department of Forest Roads and Timber Transportation. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus).

Morteza Dini Nosrat – PhD student of the Department of Forest Roads and Timber Transportation. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: dini@belstu.by

Поступила 15.02.2016