

УДК 630*383+630*37

М. Т. Насковец, М. Н. Дини

Белорусский государственный технологический университет

**ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ И АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ
ДЛЯ ВЫВОЗКИ ДРЕВЕСИНЫ. ОСНОВЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

В статье рассмотрены вопросы транспортного освоения лесов с точки зрения специфики тягового и подвижного состава, а также лесных дорог, используемых на вывозке древесных ресурсов с учетом условий Беларуси и Ирана. В этой связи показано, что эффективность перевозок лесных грузов зависит от качества взаимодействия применяемых лесовозных автопоездов с полотном автомобильных дорог, в частности, перераспределения давления от колес транспорта по элементам дорожных конструкций. Установлено, что, как правило, природа такого взаимодействия носит многовекторный характер и зависит от многих факторов. В этой связи проанализированы различные виды лесотранспортных средств и выявлены наиболее распространенные типы их исполнения. Проработаны возможные варианты воздействия подвижных нагрузок передаваемых на дорогу различными средствами транспорта, осуществляющими вывозку древесины. Приведены и изучены различные схемы конструктивного исполнения многослойных систем, наиболее часто встречающихся на лесных дорогах.

Исследованы теоретические аспекты распределения напряжений, возникающих при передаче колесных нагрузок в дорожных одеждах и земляном полотне. Предложено устраивать смежные слои дорожных конструкций криволинейного очертания с учетом передачи напряжений от слоя к слою по линиям равных напряжений (изобарам). Выработаны подходы к созданию дорожных конструкций и разработаны технические решения, позволяющие минимизировать отрицательные аспекты взаимного влияния составляющих подвижного состава и количественного состава и качественного состояния слоистых транспортных коммуникаций (дорог).

Ключевые слова: транспортные средства, лесные автомобильные дороги, подвижная колесная нагрузка, дорожная конструкция, распределение напряжений, теория взаимодействия.

M. T. Naskovets, M. N. Dini

Belarusian State Technological University

**ROLLING STOCK AND ROADS FOR WOOD REMOVALS.
BASES ON INTRACTION**

The paper deals with the transport forest development in terms of the specifics of traction and rolling stock, as well as forest roads used for hauling wood resources subject to the conditions of Belarus and Iran. In this regard, it is shown that the efficiency of timber cargo traffic depends on the quality of interaction of the used timber trains with the web of highways, in particular, the redistribution of pressure from the wheels to transport elements of road constructions. It is found that, as a rule, the nature of such interaction is multidirectional in nature and depends on many factors. In this regard, different types of forest vehicles are analyzed and the most common types of the their performance are identified. Options of impact of moving loads transmitted to the road by various means of transport, carrying out removal of wood are studied. Various schemes of implementation of multilayer systems most frequently encountered on forest roads are presented and studied. Theoretical aspects of the distribution of stresses arising from the transfer of wheel loads in the pavement and subgrade are analyzed. It is proposed to organize adjacent layers of road constructions with curvilinear outline taking into account stress transfer from one layer to the lines of equal intensity (isobars). Approaches to the creation of road constructions and technical solutions to minimize the negative aspects of the mutual influence of the components of the rolling stock and the quantitative and qualitative composition of layer transport communications (roads) are developed.

Key words: vehicles, forest roads, moving wheel load, road construction, stress distribution, the theory of interaction.

Введение. Важнейшим направлением повышения эффективности работы лесной промышленности является решение вопроса транспортного освоения лесов, которое основано на оптимизации выбора подвижного состава для вывозки древесины, а также создании надеж-

ной и достаточной по протяженности сети лесных автомобильных дорог. При этом следует учитывать, что эффективность перевозок лесных грузов в значительной мере будет зависеть от взаимодействия в процессе движения лесотранспортных средств с дорожными

конструкциями [1]. Современные транспортные средства, предназначенные для перевозки древесины, характеризуются повышенными осевыми нагрузками, что приводит к увеличению динамического воздействия на дорожные конструкции. Конструктивные же элементы дорог по-разному воспринимают и перераспределяют возникающие в них напряжения, в результате чего происходит снижение их эксплуатационных качеств. Таким образом, возникает достаточно актуальная проблема по стабилизации работы земляного полотна и слоев дорожных одежд при перемещении по ним колесного транспорта.

Основная часть. В Иране для торгово-промышленных отношений используется леса вдоль Каспийского моря. По данным организации FRWO (Forest Range and Watershed Management Organization), площадь лесного массива около Каспийского моря составляет около 800 км в длину и 110 км в ширину и имеет общую площадь около 1 850 000 га. Это около 15% от общего массива иранского леса и 1,1% от площади страны. В республике Беларусь леса занимают более 38% ее территории. Современные исследования процессов транспортного освоения лесов в Беларуси и Иране показывают, что для эффективного лесопользования необходимо решать однотипные дорожно-транспортные задачи. К примеру, лесотранспортная сеть обеих стран включает дороги общего пользования, а также лесные автомобильные дороги, как магистральные круглогодичного действия, так и второстепенного значения, обеспечивающие подвозку древесины к дорогам опорной сети. Здесь также следует отметить недостаточную протяженность такого рода базовых дорог, которые эксплуатируются в течение всего года. Характерными материалами, используемыми для устройства покрытий в Иране, являются песок и галечник (рис. 1). В свою очередь в Беларуси для этих целей эффективно применяют песчано-гравийные смеси (рис. 2).



Рис. 1. Общий вид лесной дороги в Иране



Рис. 2. Дорога с гравийным покрытием на территории лесфонда Беларуси

На вывозке древесины в Беларуси широко применяются лесовозные автопоезда на базе автомобилей МАЗ, КрАЗ, и другие (рис. 3).



Рис. 3. Автопоезд-сортиментовоз МАЗ

В Иране в качестве лесовозных транспортных средств наиболее часто применяют автопоезда «Бенц 2624» и «Бенц 2628» (рис. 4).

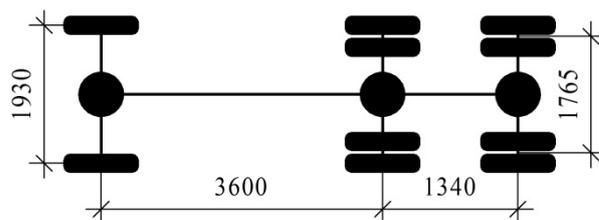


Рис. 4. Схемы расположения колес, база и колея лесовозных автопоездов «Бенц 2624» и «Бенц 2628»

Что касается параметров весовых нагрузок, которые передаются на дорогу в процессе перевозки лесных грузов, то величины расчетных нагрузок на ось лесовозных автопоездов могут достигать 13 т. Подвижной состав, состоящий из одиночного автомобиля либо представляющий автопоезд, может отличаться друг от друга общим количеством осей [2]. Тяговый состав в основном имеет две либо три оси, прицепы – две или четыре, а полуприцепы – две или три оси. Кроме вышеизложенного, надо отметить, что транспортные средства подвижного состава различаются и по количеству колес на каждой оси (рис. 4). Так, к примеру, автопоезд, состоящий из автомобиля и прицепа (полу-прицепа), может иметь на всех своих осях односкатные колеса. В случае же наличия спаренных колес в конструкции подвижного состава, такого как тяговый автомобиль и прицеп-ропуск (прицеп или полуприцеп), передние оси автомобиля всегда имеют только односкатные колеса.

При выборе подвижного состава необходимо руководствоваться тем обстоятельством, что спаренные колеса в процессе воздействия на проезжую часть автомобильных дорог обладают меньшей величиной удельного давления, чем односкатные (рис. 5). При этом различие в размерах отпечатков колес предполагает несколько разную видовую гамму распределения напряжений по глубине в конструктивных слоях дороги.

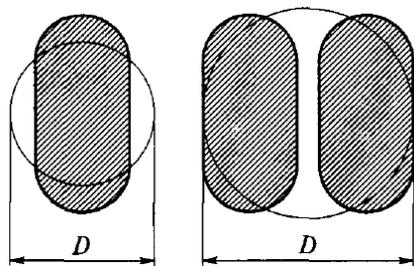


Рис. 5. Диаметры отпечатков односкатных и двухскатных шин

Существенное влияние на дорожное полотно с точки зрения специфики воздействия на него подвижной нагрузки оказывает и количество полос движения проезжей части. Так, если рассматривать однополосную дорогу, то интенсивность движения транспортных средств на ней возрастает вдвое по сравнению с двухполосной, что способствует снижению эксплуатационных качеств лесной дороги.

При оценке взаимовлияния автомобиля и дороги немаловажными факторами являются: количественный состав материалов, структура конструктивных слоев и то, каким образом передаются по глубине слоистой системы напря-

жения, возникающие под колесами автомобиля (рис. 6).

Здесь также следует учитывать и такие обстоятельства, как и в какой стадии работают слои под нагрузкой (рис. 7).

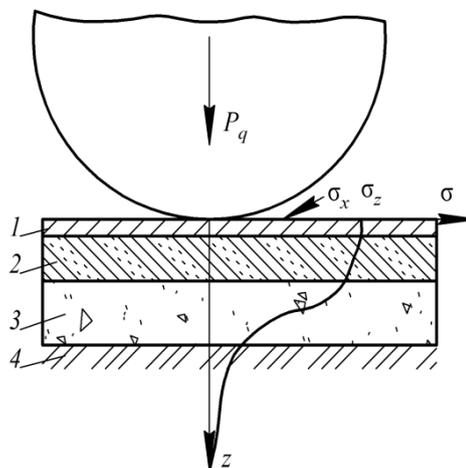


Рис. 6. Схема воздействия колесной нагрузки на многослойную дорожную конструкцию

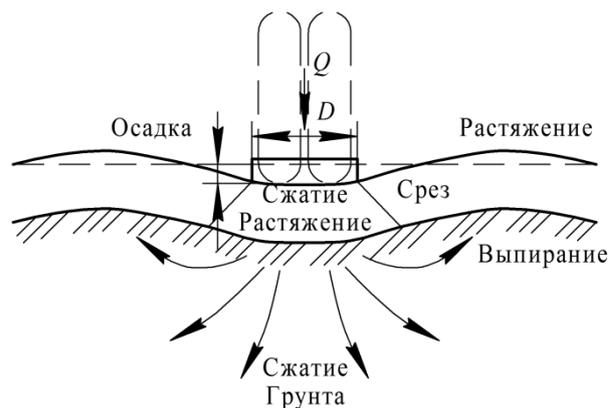


Рис. 7. Деформация нежесткой дорожной одежды под действием нагрузки

В зависимости от того, из какого материала выполнен тот или иной слой, каждый из них может полностью или же частично восстанавливаться после приложения нагрузки. Причем в случае устройства слоев из сыпучих материалов имеет место взаимное вертикальное перемешивание материалов.

Как можно видеть, существует достаточно большое разнообразие устройства слоистых дорожных конструкций. При этом необходимо отметить и разновариантность сочетаний приложения и перераспределения в них нагрузок от перемещающихся транспортных средств.

На основании всестороннего изучения взаимодействия подвижного состава с конструкциями лесных автомобильных дорог и дорог общего пользования выработаны теоретические

предпосылки к созданию дорожных конструкций, способных стабилизировать равномерность распределения колебательных динамических колесных нагрузок. В частности, предлагается контактирующие друг с другом нижележащие слои дорожных конструкций устраивать криволинейной формы (рис. 8).

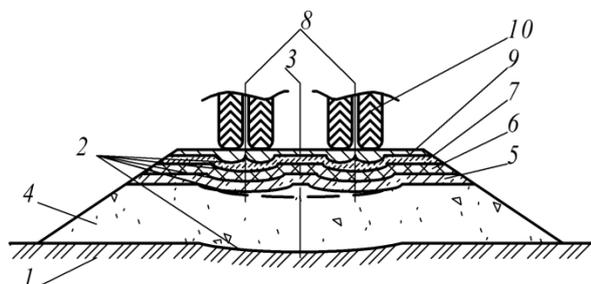


Рис. 8 Схема устройства многослойных дорожных конструкций:

1 – грунт основания; 2 – прорези; 3 – ось симметрии прорезей; 4 – насыпь; 5 – основание; 6 – нижележащий слой покрытия; 7 – вышележащий слой покрытия; 8 – оси симметрии колесопроводов; 9 – верхний слой покрытия; 10 – спаренные колеса

Известно, что устройство многослойных дорожных конструкций стандартными методами может приводить к неравномерности передачи колесной нагрузки по глубине, что, в свою очередь, снижает работоспособность многослойных дорожных конструкций в местах ее приложения. Устройство дорожных конструкций с приданием им в поперечном сечении дугообразного очертания в форме изобар позволяет достичь передачи нагрузки по глубине конструкции по линиям равных сжимающих напряжений, что приводит к снижению величины разрушающих деформаций, возникающих в дорожных конструкциях в процессе движения автотранспорта [3].

Еще одним вариантом устройства дорожного полотна, способного эффективно перераспределять динамику колесного воздействия и обеспечивать относительную целостность дороги, может являться конструкция, содержащая вертикальные свайные элементы.

В такого рода дорожных конструкциях нагрузка при движении колес по колесопроводам

первоначально воспринимается покрытием и далее через свайные элементы и одновременно покрытие передается на подстилающий слой. Таким образом, достигается более равномерное перераспределение подвижных нагрузок по элементам дорожных конструкций и равномерность ее работы в целом [4].

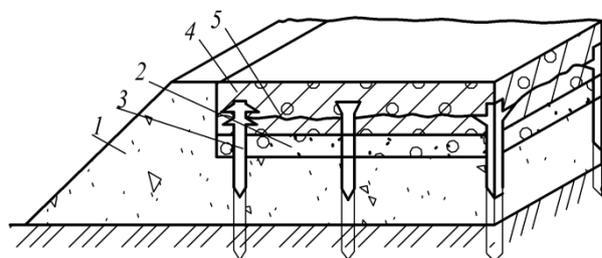


Рис. 9. Дорожная конструкция на свайных элементах:

1 – грунтовое основание; 2 – подстилающий слой; 3 – свая; 4 – покрытие; 5 – арматура

Заключение. Беларусь и Иран, несмотря на существующую разницу погодно-климатических и грунтово-гидрологических условий, рельефа местности, имеют схожие проблемы по транспортному освоению лесов. Так, применяемые на вывозке лесовозные автопоезда по своим параметрам воздействия на дорогу в основном имеют идентичные характеристики.

Однако при создании перспективных конструктивно-технологических решений автомобильных дорог, которые должны обеспечивать эффективные лесные грузоперевозки, следует более широко исследовать природу воздействия и перераспределения нагрузок от подвижного состава. Такие исследования должны быть направлены на обеспечение целостности и равнопрочности дорожных конструкций. В основу стабилизации их работы должны быть положены теоретические разработки по равномерной передаче напряжений между слоями, взаимосвязь отдельных слоев и максимальный учет изменения при воздействии нагрузки структурного состояния материалов, из которых состоит каждый слой. Предлагаемые в статье научные принципы проектирования многослойных систем следует развивать при создании перспективных конструкций лесных дорог.

Литература

1. Насковец М. Т. Транспортное освоение лесов Беларуси и компоненты лесотранспорта. Минск: БГТУ, 2010. 178 с.
2. Павлов Ф. А. Покрытия лесных дорог. М.: Лесная промышленность, 1980. 176 с.
3. Насковец М. Т., Камейша А. А. Способ устройства многослойной дорожной конструкции. Патент. Республика Беларусь. № 16018, 2010.
4. Вырко Н. П., Насковец М. Т. Способ возведения дорожной одежды. Патент. РФ. № 2027823, 1991.

References

1. Naskovets M. T. *Transportnoe osvoenie lesov Belarusi i komponenty lesotransporta* [Transport development of forests of Belarus and components of forest transport]. Minsk, BSTU Publ., 2010. 178 p.
2. Pavlov F. A. *Pokryitiya lesnyih dorog* [Wooded roads]. Moscow: Forest industry, 1980. 176 p.
3. Naskovets M. T. Kameysha A. A. *Sposob ustroystva mnogosloynoy dorozhnoy konstruksii* [Method road multilayer device construction]. Patent Belarus, no. 16018, 2010.
4. Vyrko N. P. Naskovets M. T. *Sposob vozvedeniya dorozhnoy odezhdy* [Method of construction of the pavement]. Patent RF, no. 2027823, 1991.

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

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 – Ph. D. 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

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