

<http://a-vektor.ru> Дата обращения 20.09.2018 г.

3. Официальный сайт компании USNR. Режим доступа [www.usnr.com](http://www.usnr.com) Дата обращения 20.09.2018 г.

4. Шабаев А.И., Архипов И.В., Саливоник А.В. Программная система планирования лесопильно-деревообрабатывающего производства OPTI-SAWMILL. Автоматизация в промышленности. 2015. № 8. С. 3-7.

УДК 624.131.22+625.711.84

**ПРОЧНОСТЬ НЕСВЯЗНЫХ ГРУНТОВ ЛЕСНЫХ ДОРОГ ПРИ  
ОГРАНИЧЕННЫХ ОБЪЕМНЫХ ДЕФОРМАЦИЯХ**  
STRENGTH OF NON-ADVANCED GROUNDS OF FOREST ROADS WITH  
LIMITED VOLUME DEFORMATIONS

**Тумашик И.И.**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Инженерная графика машиностроительного профиля»

**Гарабазжу А.А.**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Инженерная графика машиностроительного профиля» Белорусского национального технического университета

**Леонов Е.А.**, канд. техн. наук, доцент кафедры лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства Белорусского государственного технологического университета, Минск, Республика Беларусь

**Tumashik I.I.**, PhD in Engineering, Assistant Professor of the Department of Engineering graphics for machine-building

**Garabazhii A.A.**, PhD in Engineering, Assistant Professor of the Department of Engineering graphics for machine-building Belarusian National Technical University

**Leonov E.A.**, PhD in Engineering, Assistant Professor of the Department of Logging Machinery, Forest Roads and Timber Production Technology, Belarusian State Technological University, Republic of Belarus

**Аннотация:** Статья посвящена проблемам, связанным с установлением прочности и несущей способности грунтовых автомобильных лесных дорог, устроенных на песчаных и супесчаных грунтах. Рассматривается дорожная конструкция, в которой грунт работает в условиях ограниченных объемных деформаций, как бы в «обойме», имеющей характеристику жесткости, зависящую от деформационных свойств грунта и условий дренирования.

Ограничение объемных деформаций, соответствующее чисто сдвиговому деформированию, реализуется в водонасыщенном массиве, когда масштаб времени нагружения исключает дренирование. Рассмотрены возможные методы оценки состояния грунтов по несущей способности с исследованием траекторий нагружения.

**Summary:** In this article is devoted to the problems connected with the establishment of strength and load-bearing capacity of unpaved road forest roads, arranged on sandy and sandy loamy grounds. A road construction is considered in which the ground operates under conditions of limited volumetric deformations, as if in a cage with a stiffness characteristic that depends on the deformation properties of the ground and drainage conditions. The limitation of volume deformations corresponding to a purely shear deformation is realized in a water-saturated massif when the loading time scale excludes drainage. Possible methods for estimating the state of grounds by carrying capacity with investigation of load trajectories are considered.

**Ключевые слова:** прочность, лесная дорога, дорожная конструкция, грунт, деформация.

**Keywords:** strength, forest road, road construction, ground, deformation.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Грунтовые покрытия лесных дорог являются наиболее зависимыми от воздействия погодно-климатических факторов и подвижной нагрузки. Для обеспечения проезжаемости лесотранспортных путей предприятия лесного комплекса, как правило, ведут отсыпку поверх дорожного полотна дополнительного слоя покрытия из дорогостоящих песчано-гравийных материалов, что не всегда экономически целесообразно, особенно при освоении небольших лесосек. Основным признаком необходимости проведения усиления является, как правило, наличие глубоких колеи, которые делают лесотранспортный путь практически непроезжаемым и, соответственно, неработоспособным.

## **ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ**

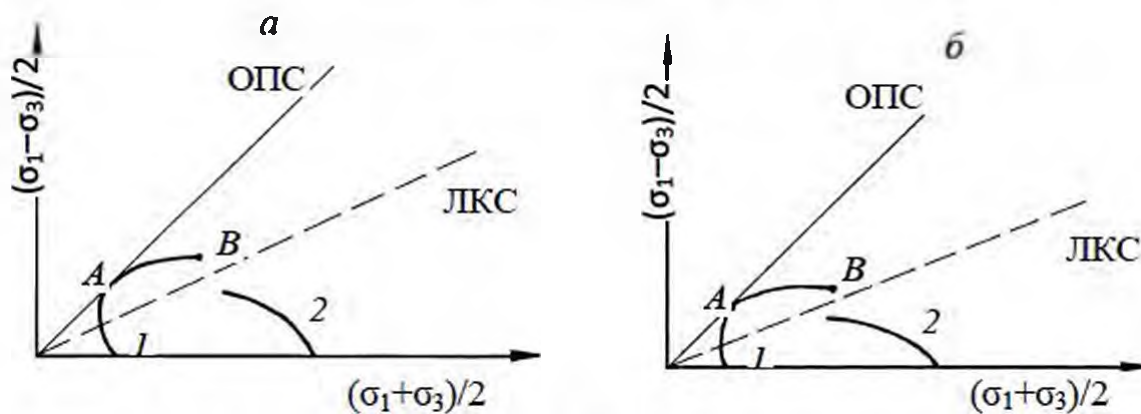
С целью устранения глубоких колеи и усиления грунтовых путей разработана дорожная конструкция с использованием синтетических рулонных материалов, представляющая собой покрытие колеинового типа и состоящая из оболочки синтетического материала (например, полотна из

полипропилена), внутри которого находится несвязный грунт. Для определения необходимой толщины материала оболочки разработана методика его расчета на прочность, предложен метод соединения материала оболочки в глухую «обойму», а также проведены исследования конструкции дорожной одежды с применением тканых рулонных материалов в лабораторных условиях на экспериментальном стенде кафедры лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства Белорусского государственного технологического университета.

Несущие способности грунтовых оснований, определенные экспериментально и методами теории предельного равновесия, нередко различаются [1]. Необходимо оценить прочность и несущую способность песчаных и супесчаных при их работе в условиях ограниченных объемных деформаций.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Грунт в предложенной дорожной конструкции работает в условиях ограниченных объемных деформаций, как бы в «обойме», имеющей характеристику жесткости, зависящую от деформационных свойств грунтов, граничных условий задачи и условий дренирования. Практически полное ограничение объемных деформаций, соответствующее чисто сдвиговому деформированию, реализуется в водонасыщенном массиве, когда масштаб времени нагружения исключает дренирование. Исследования прочности маловлажных песков показали, что при ограничении объемных деформаций образцов обоймой определенной жесткости возникают траектории тотальных напряжений, подобные траекториям эффективных напряжений при недренированных испытаниях водонасыщенных грунтов. Подобие этих траекторий обусловлено процессами дилатансии и контракции, протекающими при ограниченных объемных деформациях грунтов (рис. 1). В режиме контролируемых напряжений воспроизведение этих особых траекторий нагружения невозможно. Несущая способность переуплотненных грунтов превышает достигнутую предельную прочность (1-й тип), а недоуплотненных – не достигает значения критической прочности (2-й тип). Причина возникновения двух типов особых траекторий нагружения заключается в том, что при ограниченных объемных деформациях процессы дилатансии и контракции изменяют поведение и механизм разрушения грунтов по сравнению со свободным деформированием.



*a* – для песчаных грунтов; *б* – для супесчаных грунтов;

*1* – траектория эффективных напряжений переуплотненного грунта;

*2* – траектория напряжений недоуплотненного грунта; ОПС – огибающая предельных состояний; ЛКС – линия критических состояний

Рисунок 1 – Траектории нагружения при ограниченных объемных деформациях

Траектории нагружения переуплотненных грунтов сначала достигают огибающей предельной прочности для свободно деформируемых грунтов, а затем продолжают в зоне допредельных состояний вплоть до потери устойчивости. Для песков предельной плотности несущая способность в точке *B* при невысоких начальных средних напряжениях может весьма существенно превышать достигнутое в точке *A* (см. рис. 1) значение предельной прочности. Поскольку прочностные свойства грунтов после достижения предельной прочности снижаются, упрочнение на участке *AB* обусловлено определенной интенсивностью приращений нормальных напряжений при сдвиге. В момент потери устойчивости в точке *B* прочностные характеристики грунта могут иметь любые значения от пиковых до остаточных, в зависимости от дилатансионных свойств грунта и жесткости обоймы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

При ограниченных объемных деформациях недоуплотненные водонасыщенные песчаные и супесчаные грунты теряют несущую способность при незначительных пластических деформациях. Переуплотненные маловлажные и водонасыщенные пески и супеси разрушаются пластически при больших деформациях без локализации сдвига, а дилатансия охватывает весь объем грунта.

Испытания без дренажа водонасыщенных песков представляют интерес для практики в связи с разжижением больших массивов несвязных грунтов. Для

рыхлых грунтов наблюдается зависимость прочности от траектории нагружения: при снижении среднего давления в процессе нагружения прочность падает. При испытаниях недоуплотненных насыщенных песков и супесей при постоянном объеме, исключается возможность уплотнения и упрочнения, которые происходят в условиях свободного деформирования. В результате контракции и роста порового давления резко снижаются эффективные напряжения.

## **ВЫВОДЫ**

С учетом проведенных теоретических исследований, можно сделать следующие выводы: теория предельного равновесия не всегда пригодна для определения прочности и несущей способности оснований при ограниченных объемных деформациях, нагружение которых приводит к возникновению дилатансионного упрочнения грунтов; главная особенность траекторий нагружения I-го типа, имеющая важное практическое значение, состоит в том, что возникающее на участке *AB* вследствие дилатансионного упрочнения пластическое деформирование происходит при напряжениях, соответствующих допредельным состояниям грунта. В таких случаях для оценки состояния грунтов по несущей способности необходимо исследовать всю траекторию нагружения.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Зарецкий Ю. К. Лекции по современной механике грунтов. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1989 – 608 с.

УДК 674.038.7

## **ЭСТЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФАКТУРЫ ДРЕВЕСИНЫ**

### **AESTHETIC PROPERTIES OF THE FACTURE OF WOOD**

**Федорова А.Ю.**, магистрант  
**Демитрова И.П.**, канд. биол. наук,  
доцент кафедры  
деревообрабатывающих производств  
Поволжского государственного  
технологического университета,  
Йошкар-Ола, РФ

**Fedorova A.Yu.**, master  
**Demitrova I.P.**, Cand. biologist. sci.,  
Associate Professor, Department of  
Woodworking Production, Volga State  
Technological University, Russian  
Federation

**Аннотация.** Данная статья посвящена изучению эстетических свойств фактуры древесины.