

Издатель

ФГБОУ «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Студенческий научный электронный журнал

StudArctic Forum

<http://saf.petrso.ru>

№ 4(8), 2017

Главный редактор

В. С. Сюнёв

Редакционный совет

С. Б. Васильев
Г. Н. Колесников
А. Н. Петров

Редакционная коллегия

М. И. Зайцева
А. Ю. Борисов
Т. А. Гаврилов
А. Ф. Кривоноженко
Е. И. Соколова
Л. А. Девятникова
Ю. В. Никонова
Е. О. Графова
А. А. Кузьменков
Р. В. Воронов
М. И. Раковская

Службы поддержки

А. Г. Марахтанов
А. А. Чалкин
Э. М. Осипов
Е. П. Копалева

ISSN 2500-140X

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Ленина, 33.

E-mail: saf@petrsu.ru

<http://saf.petrso.ru>

УДК 630*160.2

Сельское, лесное и рыбное хозяйство

Зимние лесовозные дороги: особенности конструкции и функционирования

**ХОРОШИЛОВ
Константин**

*Петрозаводский государственный университет,
khoroshilov@yandex.ru*

Викторович
Ключевые слова:

лесные дороги
технологии строительства лесных
дорог

Аннотация:

В статье, выполненной в форме краткого обзора, рассматриваются некоторые вопросы, относящиеся к совершенствованию технологии строительства автомобильных лесных дорог. Актуальность этих вопросов непосредственно связана с задачами, определенными в «Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года».

Рецензент: Ю. В. Никонова

Основной текст

Представлен краткий обзор работ, в которых рассматриваются вопросы, относящиеся к совершенствованию технологий строительства зимних лесовозных дорог. Необходимость строительства зимних лесовозных дорог обусловлена недостаточным количеством лесовозных дорог круглогодичного действия. В «Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года» указано, что в общем объеме лесных дорог доля дорог круглогодичного действия с твердым покрытием составляла на дату подготовки данного документа 11,2% (181 тыс. км), на грунтовые дороги круглогодичного действия приходилось 32% (514 тыс. км), остальные – временные дороги.

Недостаточная сеть лесных дорог является основным фактором, сдерживающим развитие лесопромышленного комплекса России.

Как известно, технико-экономическая эффективность использования оптимизированной сети лесных дорог выражается в следующем [1]: уменьшение расстояния трелевки; уменьшение зависимости объемов лесозаготовок от сезонных факторов; оптимизация расходов на складирование; сохранение высокого качества круглых лесоматериалов; экономия при выполнении лесохозяйственных работ; снижение потребности в спецтехнике повышенной проходимости; повышение эффективности проведения противопожарных и аварийно-спасательных операций; возможность реализации других видов лесопользования (сбор ягод, грибов, охота, рыбалка, туризм).

В современных условиях увеличение массы автопоездов и повышение нагрузки на ось требует усиления конструкций автомобильных дорог, что, как правило, сопряжено с увеличением расхода материалов (песок, щебень, гравий и т.д.) при строительстве лесной дороги, что зачастую делает проект нерентабельным или неосуществимым в условиях нехватки ресурсов. В этой связи альтернативой могут быть зимние лесовозные дороги [2].

В работе [3] обоснованы оптимальные условия строительства и функционирования зимних лесовозных дорог, в том числе: снежный покров не менее 10 см; сумма отрицательных температур после перехода через ноль равна (по модулю) 100–130 °С. Средние значения температур, при которых зимние дороги не функциональны – из уплотненного снега: от -4,5 до 4,0 °С; из смеси снега и льда: от 2,7 до -1,8 °С; ледяные дороги: от +1,0 до +2,0 °С.

Технологии строительства лесных дорог, в том числе зимних лесовозных дорог, регламентируются сводом правил СП 288.1325800.2016.

Комплекс задач по проектированию и строительству лесной дороги включает в себя [4]: разделение лесного массива на зоны летней и зимней вывозки древесины; определение густоты дорог; выбор структуры сети дорог; планирование сети дорог; определение протяженности дорог на перспективу и на один год; определение стоимости строительства дорог.

Фокусируя внимание на отличительных особенностях конструкций и функционирования зимних лесовозных дорог, отметим следующее. Как известно при понижении температуры и фазовом переходе воды из жидкого состояния в твердое состояние (в лед) объем увеличивается, но затем с понижением температуры льда его объем как твердого тела уменьшается. В начальной стадии промерзания температура верхнего слоя лесовозной дороги меньше, чем температура нижележащих слоев. Поэтому в дорожной конструкции уменьшению объема верхнего слоя сопротивляются силы его сцепления с нижележащим слоем. Как следствие, в верхнем слое появляются растягивающие силы, которые при достаточно большом перепаде температур вызывают разрыв верхнего слоя и появление так называемой морозобойной трещины. При этом под действием касательных сил происходит сдвиг верхнего слоя дорожной конструкции относительно нижележащего слоя, что приводит к увеличению ширины раскрытия трещины.

Известно, что сдвигающая сила пропорциональна модулю сдвига при прочих равных условиях. При этом расстояние между трещинами тем больше, чем меньше модуль сдвига, что следует из результатов теоретического исследования [5]. Таким образом, расстояние между трещинами будет тем больше, чем меньше сдвигающая касательная сила, то есть чем меньше сопротивление сдвигу.

С практической точки зрения, качество дороги будет тем выше, чем меньше трещин на единицу длины, например, на 1 км, то есть чем больше расстояние между трещинами.

Таким образом, уменьшению трещинообразования способствует снижение сопротивления сдвигу верхнего слоя дороги относительно нижележащего слоя.

Как известно, при строительстве временных лесовозных дорог экономически целесообразно использовать отходы заготовки и переработки древесины в сочетании с другими материалами. Известны конструкции зимних лесовозных дорог, в которых теплоизоляционный слой выполнен из смеси уплотненного снега и льда с добавками отходов заготовки и переработки древесины. Сопротивление сдвигу и сжатию смеси снега и льда с добавками опилок, щепы и других материалов экспериментально исследовано авторами статьи [6].

Снег, представляющий собой мелкие частицы замерзшей воды, после уплотнения, в том числе под воздействием нагрузок от транспортных средств и изменении температуры, преобразуется в лесовозной дороге в смесь снега и льда. Смесь снега и льда с добавлением опилок при отрицательной температуре имеет достаточно низкое сопротивление сдвигу, если массовая доля опилок находится в интервале от 5 до 12 %. В этом случае сопротивление образцов сдвигу не превышает 1 МПа при температуре $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ [6]. Анализ экспериментальных данных [6] с учетом сделанных выше замечаний о влиянии сопротивления сдвигу на расстояние между морозобойными трещинами [5] показал, что увеличение массовой доли опилок сверх 12 % нецелесообразно, так как сопротивление сдвигу возрастает, что ведет к увеличению числа трещин рассматриваемого вида. Массовая доля опилок меньше 5 % также нецелесообразно, поскольку при этом уменьшается сопротивление слоя сжатию при вертикальной нагрузке от автомобильного транспорта.

Верхний слой зимней лесовозной дороги может быть ледяным. При соответствующем обосновании возможно армирование данного слоя. Вертикальная нагрузка на данный слой от автомобильного транспорта вызывает появление в верхней половине толщины слоя льда сжимающих напряжений; в нижней половине толщины появляются растягивающие напряжения. Как известно, лед и уплотненный снег сопротивляются сжатию лучше, чем растяжению. Поэтому растянутая зона является в данном случае «слабым звеном» конструкции лесовозной дороги. Чтобы усилить конструкцию, армирующую сетку размещают в нижней половине толщины армируемого слоя. Толщина каждого слоя лесовозной дороги и характеристики геосетки определяются расчетами в зависимости от дорожно-климатических условий в соответствии с действующим сводом правил СП 288.1325800.2016. При этом следует учитывать изменение свойств грунтов в основании дороги в циклах «замораживание – оттаивание» [7, 8].

Таким образом, учет особенностей конструкции зимней лесовозной дороги, построенной с применением отходов лесозаготовки и переработки древесины, обеспечивает уменьшение количества морозобойных трещин в расчете на 1 км дороги, то есть обеспечивает увеличение среднего расстояния между трещинами. Важно отметить, что такой же эффект возможен и в случае, если верхний слой представлен мерзлым грунтом или асфальтом, а взамен опилок используются более прочные

материалы. Как следствие, уменьшается неровность и повышается качество дороги. Однако, если опилки являются легкодоступным материалом по критерию затрат на транспорт, то их применение в конструкции дороги соответствует требованиям технико-экономической эффективности и экологической безопасности, так как расширяет возможности рационального использования отходов переработки древесины.

Список литературы

1. Проектирование, строительство, содержание и ремонт лесных дорог: учебное пособие / В. К. Катаров, Н. В. Ковалёва, А. Н. Кочанов, В. И. Марков, А. Н. Петров, Е. И. Ратькова, Д. В. Рожин, А. В. Степанов, А. П. Соколов, В. С. Сунёв. – Петрозаводск: Издательство ПетрГУ. – 2014. – 92 с. 2. Павлов Ф. А. Покрытия лесных дорог // Москва: Лесная промышленность. – 1980. – 176 с. 3. Шегельман И.Р., Лукашевич В.М. Оценка сезонности при подготовке лесозаготовительного производства // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 12-3. – С. 599-603. 4. Ларионов В.Я., Левушкин Д.М. Строительство дорог – решение транспортной доступности лесных массивов // Лесопромышленник. – № 4 (56). – 2010. [_http://www.lesopromyshlennik.ru/business/Tapio.html](http://www.lesopromyshlennik.ru/business/Tapio.html) (дата обращения: 10.10.2017). 5. Бургонутдинов А.М., Юшков Б.С., Бурмистрова О.Н. Методика образования морозобойных трещин на автомобильных дорогах и способы борьбы с этим явлением // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8-2. – С. 285-289. 6. Васильев С.Б., Борисов В.А., Угаров А.И., Никитин В.Ф., Килочек Д.М. Исследование прочностных характеристик зимних лесных дорог укрепленного древесными отходами // В сборнике: Applied and Fundamental Studies Proceedings of the 13th International Academic Conference. – 2017. – С. 64-68. 7. Ратькова Е.И., Сунёв В.С., Катаров В.К. Воздействие циклов «замораживание – оттаивание» на деформационные свойства лесных почво-грунтов Карелии // Resources and Technology. 2013. Т. 10. № 1. С. 73-89. 8. Гаврилов Т.А., Колесников Г.Н., Ратькова Е.И. Моделирование промерзания лесной дороги с теплоизолирующим слоем из отходов окорки // В сборнике: Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации сборник статей VII Международной научно-практической конференции: в 4 частях. 2017. С. 148-152.

Winter logging roads: design features and operation

**KHOROSHILOV
Constantine**

Petrozavodsk state University, khoroshilov@yandex.ru

Keywords:

forest roads
construction of logging roads

Annotation:

In the article, in the form of a brief review discusses some issues related to the improvement of construction of forest roads. The relevance of these issues is directly related to tasks defined in the "Development strategy of the Russian Federation forest complex for the period till 2020".

Bibliography

1. Proektirovanie, stroitelstvo, sodержanie i remont lesnyx dorog: uchebnoe posobie / V. K. Katarov, N. V. Kovalyova, A. N. Kochanov, V. I. Markov, A. N. Petrov, E. I. Ratkova, D. V. Rozhin, A. V. Stepanov, A. P. Sokolov, V. S. Syunyov. – Petrozavodsk: Izdatelstvo PetrGU. – 2014. – 92 s. 2. Pavlov F. A. Pokrytiya lesnyx dorog // Moskva: Lesnaya promyshlennost. – 1980. – 176 s. 3. Shegelman I.R., Lukashevich V.M. Ocenka sezonnosti pri podgotovke lesozagotovitel'nogo proizvodstva // Fundamentalnye issledovaniya. – 2011. – № 12-3. – S. 599-603. 4. Larionov V.Ya., Levushkin D.M. Stroitelstvo dorog – reshenie transportnoj dostupnosti lesnyx massivov // Lesopromyshlennik. – № 4 (56). – 2010. [_http://www.lesopromyshlennik.ru/business/Tapio.html](http://www.lesopromyshlennik.ru/business/Tapio.html) (data obrashheniya: 10.10.2017). 5. Burgonutdinov A.M., Yushkov B.S., Burmistrova O.N. Metodika obrazovaniya morozobojnyx treshhin na avtomobilnyx dorogax i sposoby borby s etim yavleniem // Fundamentalnye issledovaniya. – 2014. – № 8-2. – S. 285-289. 6. Vasilev S.B., Borisov V.A., Ugarov A.I., Nikitin V.F., Kilochech D.M. Issledovanie prochnostnyx karakteristik zimnix lesnyx dorog ukreplennogo drevesnymi otxodami // V sbornike: Applied and Fundamental Studies Proceedings of the 13th International Academic Conference. – 2017. – S. 64-68. 7. Ratkova E.I., Syunyov V.S., Katarov V.K. Vozdejstvie ciklov «zamorazhivanie – ottaivanie» na deformacionnye svoystva lesnyx pochvo-gruntov Karelii // Resources and Technology. 2013. T. 10. № 1. S. 73-89. 8. Gavrilov T.A., Kolesnikov G.N., Ratkova E.I. Modelirovanie promerzaniya lesnoj dorogi s teploizoliruyushhim sloem iz otxodov okorki // V sbornike: Fundamentalnye i prikladnye nauchnye issledovaniya: aktualnye voprosy, dostizheniya i innovacii sbornik statej VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: v 4 chastyax. 2017. S. 148-152.