

625
783

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 625.711.84

ТУМАШИК Игорь Иванович

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ЛЕСНЫХ ТРАНСПОРТНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПУТЕЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ
ГЕОСИНТЕТИКИ И ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ ГРУНТОВ**

05.21.01. – Технология и машины лесозаготовок
и лесного хозяйства

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск 2003

Работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» на кафедре транспорта леса

Научный руководитель

доктор технических наук,
профессор Вырко Н.П.
(БГТУ, кафедра транспорта леса)

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор Вавилов А.В.
(БНГУ, кафедра «Строительные и
дорожные машины»);

кандидат технических наук,
доцент Завойских Г.И.
(БГТУ, кафедра лесных машин и
технологии лесозаготовок)

Оппонирующая организация

РУП «БелдорНИИ»

Защита состоится 23 декабря 2003 г. в 12.00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.06 в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» по адресу: 220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13а.

Телефон ученого секретаря совета: (017) 227-83-41

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского государственного технологического университета.

Автореферат разослан 22 ноября 2003 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций



С.П. Мохов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Успешная работа лесного комплекса в значительной степени зависит от ритмичной работы лесовозного автотранспорта на вывозке заготовленного леса, которая в значительной степени определяется эксплуатационным состоянием лесных транспортно-технологических путей. В свою очередь состояние лесотранспортных путей характеризуется их степенью поврежденности под воздействием лесовозного автотранспорта и погодно-климатических факторов, а также снижением прочности и устойчивости грунтов земляного полотна, ухудшением несущей способности дорожной конструкции в неблагоприятные периоды года. В настоящее время 91,8% транспортных путей лесного комплекса являются грунтовыми, многие из которых требуют ремонта, а сложившаяся лесотранспортная сеть требует своего качественного улучшения.

Строительство и эксплуатация лесотранспортных путей устроенных на местных грунтах сопряжена с трудностями, в связи с тем, что местные грунты отличаются низкой несущей способностью. Использование при строительстве качественных дорожно-строительных материалов влечет за собой удорожание стоимости строительства из-за большого расстояния подвозки. Для улучшения физико-механических свойств грунтов и повышения их несущей способности применяются различные инженерные решения: укрепление вяжущими материалами, скелетными добавками и др. При устройстве транспортно-технологических путей, особенно на заболоченных участках, требуется большой объем земляных работ, использование древесины, расход которой на 1 км пути составляет 400 – 1000 м³.

В связи с этим возникает задача по разработке способов повышения прочности лесных транспортно-технологических путей, сооруженных с использованием местных грунтов и увеличению несущей способности грунтовых лесотранспортных путей. Повышение прочности транспортно-технологических путей в период их эксплуатации с целью восстановления их первоначальных проектных параметров является весьма актуальной задачей не только для лесного, но и для агропромышленного комплекса и народного хозяйства в целом.

Связь работы с крупными научными программами, темами. Тема диссертационной работы соответствует научному направлению кафедры транспорта леса и выполнялась в соответствии с республиканской целевой комплексной научно-технической программой 33.01рц «Разработать и внедрить ресурсосберегающие технологии и оборудование, обеспечивающие расширенное воспроизводство и рациональное использование древесных ресурсов в Белорусской ССР на 1988-1995 годы и на период до 2005 года» (ГБ 31-91, задание 02.02), № гос. регистрации 1994762, государственной научно-технической программой «Разработать и внедрить системы интенсивного ведения лесного хозяйства, ресурсосберегающие технологии, обеспечивающие лесами эколого-экономических функций, уменьшение последствий

Беларускага дзяржаўнага
тэхналагічнага ўніверсітэта

53904

аварии на Чернобыльской АЭС и рациональное использование лесосырьевых ресурсов» (БС 97-216, задание 09), № гос. регистрации 19973221 и ГНТП «Усовершенствовать и внедрить новые технологии в лесохозяйственном и промышленном производствах, обеспечивающих повышение продуктивности и устойчивости лесов, рациональное использование лесных ресурсов, производство конкурентной и импортозамещающей продукции, усиление экономических и социальных функций лесов» (БС 23-208, задание 4.03).

Цель и задачи исследований. Цель работы – повышение эффективности лесозаготовительного процесса посредством увеличения прочности лесных транспортно-технологических путей на основе применения геосинтетических материалов и термической стабилизации грунтов для освоения лесных массивов, расположенных на территориях с недостаточной несущей способностью грунтов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать состояние транспортной сети предприятий лесного комплекса и оценить соответствие транспортно-технологических путей требованиям проходимости лесовозных автопоездов.

2. Провести теоретические исследования по обоснованию требуемой прочности дорожных конструкций лесотранспортных путей с разработкой способов и методов повышения их прочности.

3. Исследовать и обосновать условия применения геосинтетических материалов для повышения несущей способности несвязных грунтов и разработать методики расчета геосинтетики.

4. Провести исследования по обоснованию условий применения термической стабилизации связных грунтов с выбором рациональных температурных режимов.

5. Разработать дорожные конструкции и технические средства для механизации работ по их устройству.

6. Провести лабораторные испытания дорожных конструкций и разработать технологии строительства лесных транспортно-технологических путей с применением геосинтетики и термической стабилизации грунтов.

7. Провести опытно-промышленную проверку работы лесных транспортно-технологических путей с геосинтетикой и термической стабилизацией грунтов и оценить эффективность их применения.

8. Разработать рекомендации по применению способов повышения прочности лесотранспортных путей в зависимости от объема вывозимой древесины (интенсивности движения автопоездов), типа грунта и типа местности по характеру и степени увлажнения.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются лесные транспортно-технологические пути, несвязные и связные грунты и геосинтетические материалы.

Методология и методы проведенного исследования. Общая методология работы предусматривала сочетание теоретических и экспериментальных исследований, которые базировались на применении методов системного анализа, теоретической механики и сопротивления материалов. При выполнении экспериментальных исследований использовались методы физического моделирования, планирования эксперимента и статистической обработки результатов.

Научная новизна и значимость полученных результатов заключается в решении на основе системного подхода комплекса теоретических и практических задач, разработке технических и технологических решений по повышению прочности лесотранспортных путей, обеспечивающих устойчивую работу автотранспорта на вывозке леса. Впервые разработан способ термической стабилизации грунтовых оснований сложенных из глинистых и суглинистых грунтов. Для оценки состояния грунтовых лесотранспортных путей разработана математическая модель, в основу которой положено распределение Вейбулла-Гнеденко, позволяющая описывать прочность пути во времени с учетом конкретных условий эксплуатации, и составлена программа решения полученных зависимостей. Теоретически обоснована необходимость расчет колееобразования лесных путей проводить с учетом упруго-вязких свойств грунта и разработаны методики расчета и подбора геосинтетических материалов в зависимости от условий эксплуатации дорожных конструкций. Разработан способ и установка для отсыпки грунта дорожного основания лесотранспортных путей в геосинтетическую оболочку и подана заявка на патент № а20031029.

Практическая значимость полученных результатов. Разработаны новые рациональные дорожные конструкции колеевого типа с использованием геосинтетических материалов и термической стабилизацией грунтов. Предложены способы повышения прочности транспортно-технологических путей с применением геосинтетики и термической стабилизацией грунтов с учетом местных условий. Разработано навесное оборудование для механизации работ по устройству дорожных конструкций предлагаемыми методами и составлены технологические карты строительства лесотранспортных путей с применением геосинтетики и термической стабилизацией грунтов.

Применение предлагаемых способов повышения прочности лесных транспортно-технологических путей позволяет максимально использовать местные грунты, на 40–50% повысить несущую способность слабых грунтов и тем самым уменьшить колееобразование и обеспечить проезжаемость лесовозных автопоездов, увеличить межремонтные сроки. Полученные зависимости требуемой прочности дают возможность проектировать лесные транспортно-технологические пути с заданными значениями первоначальных остаточных деформаций.

Построенные участки лесотранспортных путей с термической стабилизацией грунтов и использованием геосинтетических материалов в Поставском лесопункте объединения АООТ «Молодечнолес» и Стародорожском лесопункте

те Осиповичского ЛПХ подтвердили теоретические и экспериментальные исследования устойчивой работы путей на протяжении 6 лет. Экономический эффект от внедрения дорожных конструкций с применением геосинтетики и термической стабилизацией грунтов на 1 км пути составил 355 млн. руб. (в ценах 1999 года).

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Методика оценки состояния грунтовых лесотранспортных путей, в основу которой положено распределение Вейбулла-Гнеденко, позволяющая описывать прочность пути во времени с учетом конкретных условий эксплуатации.
2. Способы повышения прочности лесных транспортно-технологических путей с использованием несвязных грунтов и применением геосинтетических материалов.
3. Способы повышения прочности глинистых оснований лесотранспортных путей проведением термической стабилизации.
4. Методики расчета и подбора геосинтетических материалов в зависимости от расчетной нагрузки и условий эксплуатации.
5. Разработанные дорожные конструкции и технические средства для механизации работ по их устройству.
6. Результаты экспериментальных исследований и производственных испытаний.

Личный вклад соискателя. Диссертация является результатом личной научно-исследовательской работы автора. Им проведен анализ состояния дорожно-транспортной сети лесного комплекса, что позволило определить задачи исследований. Проведены теоретические исследования и составлена математическая модель для оценки состояния грунтовых лесотранспортных путей, позволяющая описывать прочность пути во времени с учетом конкретных условий эксплуатации, и составлена программа решения полученных зависимостей. Выполнены лабораторные и производственно-технологические исследования и испытания. С участием автора разработаны конструкции и изготовлены опытные образцы передвижных установок для термической стабилизации грунтов, разработаны методики расчета геосинтетических материалов для проведения экономически эффективного упрочнения и построены опытные объекты в виде участков лесотранспортных путей. Разработаны технологии строительства лесотранспортных путей с применением геосинтетики и термической стабилизации грунтовых оснований.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты диссертационной работы докладывались и одобрены на Республиканской научно-технической конференции «Новые материалы и технологии в строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог» (БГПА, Минск, 1994), Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы ресурсосберегающих и экологически чистых технологий на предприятиях лесного комплекса» (ВЛТИ, Воронеж, 1995), Международной научно-практической конференции «Лес-95»

(БГТУ, Минск, 1995), Научно-практической конференции «Лес – 96. Лес. Деревообработка» (БГТУ, Минск, 1996), Международной научно-технической конференции «Совершенствование транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог» (БГПА, Минск, 1996), Научно-технической конференции «Проектирование, строительство и эксплуатация лесовозных дорог» (МЛТИ, Москва, 1997), Международной 52-й научно-технической конференции профессоров, преподавателей, научных работников, аспирантов и студентов «Технические вузы – республике» (БГПА, Минск, 1997), Международной научно-технической конференции «Лес – экология и ресурсы» (БГТУ, Минск, 1998), Международной научно-технической конференции «Ресурсосберегающие технологии в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности» (БГТУ, Минск, 1999), Международной научно-технической конференции «Леса Беларуси и их рациональное использование» (БГТУ, Минск, 2000), Международном семинаре «Проблемы транспортного освоения лесных массивов» (SGGW, Варшава, 2000), 1-й Международной научно-технической конференции «Проблемы строительного и дорожного комплексов» (БГИТА, Брянск, 2002), а также научно-технических конференциях БГТУ, Минск, 1994-2003 гг.

Опубликованность результатов. Основные положения диссертации опубликованы в 27 печатных работах, в том числе в 16 статьях (61 стр.), 6 материалах (18 стр.) и 5 тезисах докладов (9 стр.) на научных конференциях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики, 5 глав, заключения, списка использованных источников и 15 приложений (48 стр.). Объем диссертации – 191 лист машинописного текста. Работа содержит 57 рисунков, 32 таблицы, 97 литературных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе обобщены данные о состоянии существующих путей транспорта, расположенных на территории лесохозяйственных и лесозаготовительных предприятий Республики Беларусь. Общая протяженность лесных дорог составляет 113297 км, в том числе только 17399 км, или 15,4%, дорог круглогодочного действия. В настоящее время вывозка леса производится в основном по грунтовым дорогам, которые, как показал проведенный анализ, не обеспечивают надежную работу лесовозного автотранспорта. Весной и осенью они практически непроезжаемы, что отрицательно сказывается не только на вывозке заготовленной древесины, но и усложняет ведение лесного хозяйства в целом. Из-за плохих дорожных условий простои автотранспорта на вывозке леса в весенне-осенний период года составляют 1 – 1,5 месяца. В этот период происходит значительное снижение прочности и устойчивости дорожной конструкции и, как следствие, снижение провозимости лесотранспортных путей.

Изучив грунты, залегающие на территории лесозаготовительных и лесохозяйственных предприятий, нами сделана оценка их прочности с учетом ме-

стных условий. Анализ данных показывает, что не все грунты имеют требуемую несущую способность, что оказывает существенное влияние на эффективную работу транспорта на вывозке леса.

Опыт проведения усиления и реконструкции автодорог в ряде стран подтверждает возможность успешной длительной эксплуатации усиленных путей и снижение стоимости транспортных расходов при перевозках. Изучению вопросов повышения несущей способности и технологиям укрепления и усиления грунтовых автомобильных дорог посвящены работы отечественных и зарубежных исследований В.М. Безрука, О.Т. Батракова, А.К. Бируля, Н.П. Вырко, Ю.М. Васильева, А.С. Колбановской, К.А. Князюка, В. К. Курьянова, И.И. Леоновича, Т.Ю. Любимовой, В.Н. Яромко, Д. Манфреда и других исследователей.

Проведенный анализ существующих способов укрепления и усиления различных типов грунтов, позволил установить, что повысить несущую способность слабых грунтов, снизить или исключить использование привозных материалов, древесины при строительстве лесотранспортных путей можно путем повышения прочности лесотранспортных путей, применяя различного рода геосинтетические материалы (для несвязных и малосвязных грунтов) и термическую стабилизацию грунтов (для глин и суглинков).

Вторая глава посвящена разработке теоретических предпосылок повышения прочности лесных грунтовых транспортно-технологических путей и повышению эксплуатационных показателей дорожных конструкций.

Для оценки состояния лесотранспортных путей и вероятности их отказа разработана математическая модель как функции прочности транспортного пути и погодно-климатических факторов, позволяющая рассчитывать конкретные сроки проведения ремонтов и упрочнения грунтовых лесотранспортных путей.

Модуль упругости, характеризующий прочность грунтов земляного полотна и общий модуль упругости дорожной одежды $E_{\text{общ}}$ изменяется в течение года, т.е. модуль упругости является случайной величиной – функцией времени $E_{\text{общ}}(t)$. Дорожная конструкция считается работоспособной, если общий модуль упругости на ее поверхности $E_{\text{общ}}(t)$ находится в пределах

$$0,95E_{\text{тр}} < E_{\text{общ}}(t) < 1,05E_{\text{тр}}, \quad (1)$$

где $E_{\text{тр}}$ – требуемый модуль упругости дорожной конструкции, МПа.

Если общий модуль упругости $E_{\text{общ}}(t)$ считать стационарной и дифференцируемой функцией, то на оси времени t можно выделить точки $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$, в которых функция $E_{\text{общ}}(t)$ имеет экстремумы (рис. 1).

Для оценки надежности дорожного покрытия рассмотрим распределение минимумов функции $E(t)$. Дорожная конструкция будет работоспособной, если ее минимумы укладываются в пределы допуска при любом x ($x = E_{\text{max}} - E_{\text{min}}$), т.е. $x_{\text{min}} > x_{\text{крит}} = \alpha E_{\text{тр}}$. На достаточно большом промежутке времени $[0, +\infty]$ можно говорить о распределении и рассмотреть случайную величину распределения минимумов $\xi = x$. Для этого используем распределение вида

$$f(x; \theta, p, c) = \frac{|c|}{\theta \Gamma\left(\frac{p}{c}\right)} \left(\frac{x}{\theta}\right)^{p-1} \exp\left(-\left(\frac{x}{\theta}\right)^c\right) \quad (2)$$

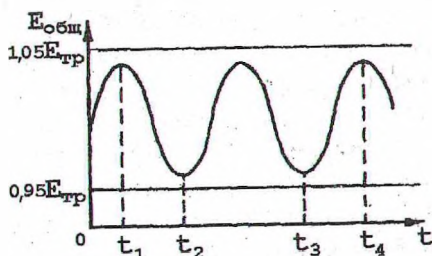


Рис. 1. Распределение экстремумов модуля упругости дорожного покрытия

Распределение (2) обобщает гамма-распределение ($c = 1$), распределения: Релея ($p = 2, c = 2$), Вейбулла - Гнеденко ($p = c$), Максвелла ($p = 3, c = 2$). Параметр θ является параметром масштаба, а p и c есть параметры формы. Проведенный анализ позволил установить, что распределение Вейбулла-Гнеденко наиболее подходит для грунтовых лесотранспортных путей, ввиду равенства параметров формы. Рассмотрим распределение Вейбулла-Гнеденко (при $c = p$)

$$f(x; \theta, p, c) = \frac{|p|}{\theta} \left(\frac{x}{\theta}\right)^{p-1} \exp\left(-\left(\frac{x}{\theta}\right)^p\right) \quad (3)$$

$$F(x) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x}{\theta}\right)^p\right) \quad (4)$$

Составим функцию F

$$F = \frac{\ln L}{n} = \ln \frac{|p|}{\theta} + (p-1) \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln \frac{x_i}{\theta} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{\theta}\right)^p \quad (5)$$

Уравнения правдоподобия для этой функции будут

$$\theta = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^p\right)^{\frac{1}{p}},$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(1 - \left(\frac{x_i}{\theta}\right)^p\right) \ln \frac{x_i}{\theta} = 0 \quad (6)$$

Решение этих уравнений при заданной выборке дает значения параметров функции (3) и (4). По данной выборке Вейбулла-Гнеденко, найдены оценки наибольшего правдоподобия распределения: $\theta = 135,5$ МПа; $p = 2,36$.

Для решения полученных уравнений составлена программа в пакете математического моделирования MATHCAD.

Применив рассмотренное распределение к статистической оценке модуля упругости дорожных одежд, для грунтовых дорожных одежд получены выборки наблюдаемых значений минимумов модуля упругости.

$$E_{\min} = 65, 85, 77, 87, 43, 94, 74, 85, 87, 95, 108, 70, 101, 94, 20, 90.$$

Для оценки надежности дорожного покрытия взяты предельные допустимые значения модуля упругости: $\alpha E_{\text{тр}} = 55 \text{ МПа}$; $\beta E_{\text{тр}} = 250 \text{ МПа}$. Для $X_{\text{крит}} = 55 \text{ МПа}$ найдено значение функции распределения $F = 0,0674$. Данное значение даёт оценку надежности $1 - F = 0,9326$ грунтовой дорожной одежды.

Проведенный анализ позволил установить, что при повышении прочности грунтовых лесотранспортных путей наиболее целесообразно устраивать колеиный тип покрытия. Эффективность использования конструкции колеино-го типа является очевидной: на разрушенных лесовозными автопоездами дорогах с большими колеями отпадает необходимость проводить засыпку колеи и одновременно уменьшается объем работ для устройства корыт под колеиное покрытие. Устройство колеиных покрытий позволяет снизить объемы земляных работ на 20...30% на однополосных дорогах и до 40% на двухполосных. На 20...25% снижается расход вяжущих и других материалов, а также сокращаются транспортные расходы на их доставку к месту производства работ. Разработанная дорожная конструкция колеино-го типа представлена на рис. 2.

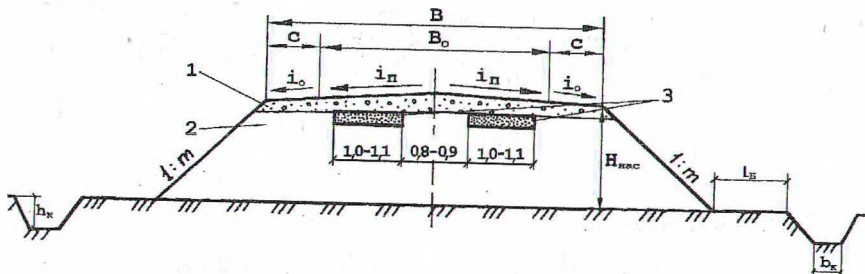


Рис. 2. Поперечный профиль дорожной конструкции колеино-го типа:
1 — слой износа (песчано-гравийная смесь); 2 — грунт земляного полотна;
3 — усиленный или укрепленный грунт в колеиных полосах

Для проведения экономически эффективного упрочнения путей нами разработаны технические средства (машины и механизмы), которые позволяют свести к минимуму долю ручного труда при производстве работ. В частности для механизации распределения исходных компонентов грунтовых смесей или вяжущих материалов по колесопроводам покрытия разработано специальное устройство — распределитель навесного типа с возможностью монтажа на задней части грузовой платформы любого серийно выпускаемого автосамосвала. Для механизации процесса углубления существующих колеи на грунтовых лесотранспортных путях разработана конструкция съемного навесного приспособ-

собления, монтируемого на рабочий отвал трелевочного трактора или бульдозера. Данное приспособление обеспечивает необходимую глубину и форму колесопроводов. Для механизации процесса раскатки лент геосинтетического материала предлагается использовать съемный рулонодержатель, также монтирующийся на отвал бульдозера или трелевочного трактора.

Теоретически обосновано применение методики расчета глубины колеи с учетом вязкоупругих свойств грунтов, позволяющей определить осадку грунта в колесопроводах лесотранспортного пути и допустимое число проходов автопоездов. Полученные расчетные зависимости позволяют производить оценку необходимости повышения прочности дорожных конструкций с различными значениями первоначальных остаточных деформаций.

В третьей главе проведены исследования повышения прочности лесотранспортных путей на несвязных грунтах с использованием геосинтетических материалов. Под геосинтетическими в данном случае понимаются любые гибкие синтетические материалы – геотекстильные полотна (тканые, вязаные, иглопробивные), пленочные и сеточные материалы, отходы промышленности и производства (транспортные и шлифовальные ленты, упаковка и др.).

В результате проведенных исследований предложены способы повышения прочности грунтовых лесотранспортных путей геосинтетическими материалами с учетом передачи и распределения нагрузок от подвижного состава в грунтовых основаниях.

При строительстве лесных грунтовых транспортно-технологических путей, в основании которых лежат песчаные несвязные и малосвязные грунты, предлагается вводить в дорожную одежду вертикальные упрочняющие прослойки (ВУП) из различного рода гибких рулонных материалов. Экспериментальными исследованиями установлено, что введение в грунт ВУП уменьшает появление полос наката на поверхности пути, способствует угасанию величины разрушающих напряжений, а также препятствует возникновению выпирания грунта, как в результате сцепления последнего с прослойками, так и от промежуточного перераспределения ВУП воспринимаемой нагрузки.

Вертикальные упрочняющие прослойки, уложенные в колею, препятствуют сдвигу несвязных грунтовых частиц и частично гасят касательные напряжения (рис. 3). Вертикальные продольные полосы не только препятствуют интенсивному боковому смещению грунтовых частиц, но и армируют дорожную конструкцию по вертикали. Для исключения непосредственного контакта колес подвижного состава с прослойками поверх такой одежды необходимо устраивать слой износа из гравийных или песчано-гравийных материалов.

Эффективность применения вертикальных упрочняющих прослоек подтверждена лабораторными исследованиями. Прочностные характеристики грунтовых образцов – модули упругости и деформации – увеличились соответственно в 1,2 раза и в 2,1 раза при введении в них ВУП.

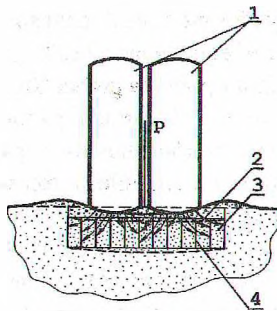


Рис. 3. Деформация дорожной конструкции с вертикальными прослойками:
1 – колесо, 2 – линии напряжений, 3 – несвязный грунт, 4 – ВУП

Разработана методика расчета, позволяющая подобрать материал и количество прослоек в колее в зависимости от несущей способности грунтового основания, на основе которой составлена диалоговая программа расчета ВУП в колейных дорожных конструкциях в пакете Turbo Pascal и оптимизирована конструкция установки для механизации укладки прослоек малой толщины (а.с. SU № 1791508).

Нами разработан способ для повышения прочности лесных транспортно-технологических путей при помощи геосинтетических материалов, который предполагает использовать существующие колеи лесотранспортных путей (без их засыпки и уплотнения), что значительно снижает объем земляных работ (до 30...40%). Разработанная колейная конструкция с использованием геосинтетики позволяет повысить несущую способность грунта земляного полотна и грунта, подстилающего земляное полотно (рис. 4).

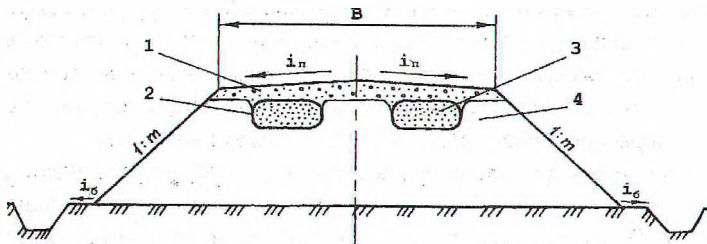


Рис. 4. Дорожная конструкция с геосинтетикой:
1 – оптимальная смесь или ПГС; 2 – геосинтетическая оболочка;
3 – грунт в оболочке; 4 – грунт земляного полотна

Дорожная конструкция представляет собой покрытие колейного типа, в которой в качестве колесопровода служит несвязный грунт, заключенный в геосинтетическую оболочку. Для предотвращения непосредственного контакта колес подвижного состава с материалом оболочки поверх дорожной конструкции должен устраиваться слой износа покрытия (из подобранных грунтовых смесей или песчано-гравийных материалов).

Геосинтетическая оболочка армирует колесопроемы дорожной конструкции, гасит разрушающие напряжения от подвижной нагрузки, а также полностью разделяет грунт земляного полотна и грунт покрытия. Для выбора геосинтетического материала оболочки разработана методика расчета на прочность и подбора его толщины на основе теории тонких оболочек.

Для обеспечения заданной прочности и несущей способности покрытия, грунт, перед заключением его в оболочку, может подвергнуться укреплению. Экспериментальными исследованиями установлено, что предварительное укрепление грунта цементом дает возможность получить прочное колеевое покрытие полужесткого типа, способное без разрушений выдерживать нагрузки от лесовозных автопоездов. Прочность цементогрунта, заключенного в полипропиленовую оболочку, за счет улучшения влажностного режима твердения, повышается в 1,5 – 2,5 раза. Данный способ повышения прочности рекомендуется применять при годовом объеме вывозки заготовленной древесины более 150 тыс.м³.

Разработана установка для отсыпки грунта дорожного основания лесотранспортных путей в геосинтетическую оболочку и составлены технологические карты для строительства лесных грунтовых транспортно-технологических путей с использованием геосинтетики предлагаемыми методами.

Четвертая глава посвящена исследованиям повышения прочности лесотранспортных путей на основе связанных грунтов термической стабилизацией. Обоснована возможность стабилизации и увеличения несущей способности глинистых грунтов термообработкой, поскольку именно глинистые грунты – группы суглинков и глин – обладают активной тонкодисперсной частью. В этих грунтах явления сорбции, коагуляции, электрофореза и т.д. способствуют образованию новой структуры грунта с заданными свойствами, отвечающими требованиям дорожного строительства. Термическое укрепление глинистых и суглинистых грунтов заключается в обезвоживании, обжиге или плавлении грунта под воздействием высоких температур. В результате термообработки глинистые частицы теряют липкость, пластичность, способность набухать и приобретать другие отрицательные свойства.

С целью улучшения физико-механических свойств грунта посредством улучшения его качественного состояния был проведен ряд лабораторных исследований по изменению свойств глинистых грунтов под воздействием температуры. Термическая обработка проводилась при температуре порядка 600°С. В процессе термообработки суглинистых грунтовых образцов произошло изменение их микроагрегатной структуры. В результате число пластичности в среднем уменьшилось на 4%, и снизилось значение оптимальной влажности. За счет получения из суглинка грунта с физико-механическими свойствами, соответствующими супеси, расход цемента при дальнейшем укреплении данного грунта снизился на 25%, вместе с тем в результате термообработки уменьшилась липкость грунтовых частиц, пластичность, способность набухать. На

рис. 5 приведена зависимость изменения числа пластичности грунтов от температуры обработки.

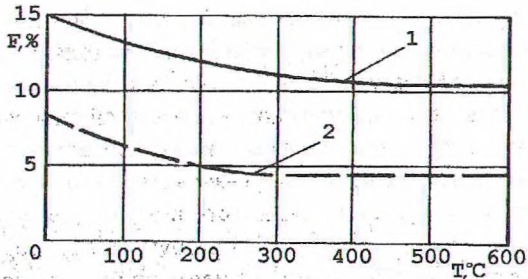


Рис. 5. Зависимость изменения числа пластичности грунтов от температуры термической обработки:

1 — глинистый грунт; 2 — суглинистый грунт.

При проведении термической стабилизации грунтов, необходимо знать глубину проникновения расчетной температуры обработки и расстояние от источника нагрева. Только в этом случае по всей толщине обрабатываемого грунтового слоя произойдут необходимые структурные преобразования. Связь между влаго- и теплообменом в грунтовых слоях дорожной конструкции предлагается выразить, используя за основу уравнение (7), согласно которому глубина проникания изотермы структурного изменения грунта, как слоистого полупространства будет равна

$$h = \sqrt{\frac{\lambda \cdot T}{k \cdot W \cdot \delta} \left[t_{из} - (t_{п} - t_{гп}) \cdot \frac{R_{г}}{R_{о}} - t_{в} \right]}, \quad (7)$$

где λ — коэффициент теплопроводности грунта, ккал/м·ч·град; T — время нагрева, ч; k — коэффициент, учитывающий затраты тепла на испарение влаги из грунта, ккал/кг; W — влажность грунта, доли; δ — плотность грунта, кг/м³; $t_{п}$, $t_{гп}$, $t_{из}$, $t_{в}$ — температуры соответственно источника нагрева, грунта, изменения микроагрегатной структуры грунта, воздуха, °C; $R_{п}$ — тепловое сопротивление, характеризующее теплообмен грунта с окружающим воздухом, град·м²·ч/ккал; $R_{о}$ — общее тепловое сопротивление грунта, град·м²·ч/ккал.

Результаты моделирования уравнения (7) представлены на рис. 6.

Данные распределения температуры по глубине грунтового массива с течением времени, полученные в соответствии с зависимостью (7), хорошо согласуются с данными экспериментальных исследований, проводимых в лабораторных и производственных условиях. При термообработке колесопроводов спаренными газовыми горелками на глубине 0,1 м температура обжига составляла не менее 590°C. При этом легкоплавкие компоненты глинистых грунтов расплавились и образовали сложные соединения с перестройкой кристаллических решеток (в частности, при температуре 573°C осуществляется переход α -

кварца в β -кварц). В результате всех этих процессов существенно изменяется микроагрегатная структура обожженных глинистых грунтов и они приобретают высокую прочность, водо- и морозостойкость. Расход газа (сжиженный пропан-бутан) при термостабилизации двух колесопроводов длиной 75 м и глубиной 0,1 м при влажности 12% составил 96 л. Установлено, что на расход газа и время, необходимое для проведения термической стабилизации, существенное влияние оказывает исходная влажность грунтов.

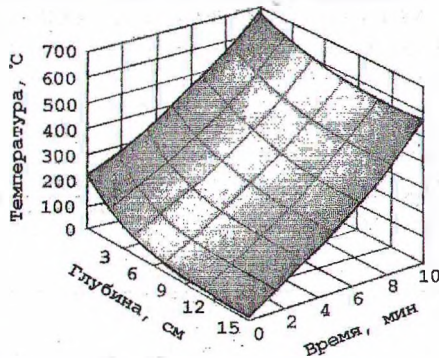


Рис. 6. Распределение температуры обработки по глубине грунтового массива при оптимальной влажности с течением времени

Для повышения эффективности термической стабилизации нами предлагается использовать грунтовые смеси, изготовленные на основе связных грунтов с различными добавками. В результате проведенных исследований подобран состав исходных компонентов грунтовой смеси, позволяющей увеличить модуль деформации покрытий до 23 МПа: глинистый грунт – 55%, стеклобой (фракции до 0,25 мм) – 30%, отработанная формовочная земля (отход литейного производства) – 10%, мел – 5%. При термической стабилизации лесотранспортных путей грунтовые смеси рекомендуется использовать при объемах вывозки заготавливаемой древесины более 100 тыс. м³ в год.

Для механизации работ при проведении термической стабилизации грунтовых лесотранспортных путей и увеличения несущей способности связных грунтов сконструированы и изготовлены передвижные установки и составлены технологические карты строительства путей с использованием разработанных термоустановок.

В пятой главе обоснована эффективность повышения прочности предлагаемыми методами и приведены данные экспериментальные исследований дорожных конструкций лесных транспортно-технологических путей и данные производственных испытаний. Приведена методика испытания разработанных конструкций в лабораторных условиях, приборы и оборудование для проведения исследований и полученные результаты.

Работы по исследованию усиленных рулонными материалами дорожных конструкций были проведены на экспериментальном грунтовом канале кафедр

ры транспорта леса БГТУ. Измерение напряжений в дорожной конструкции регистрировалось месдозами конструкции ЦНИИСК. Запись регистрируемых величин осуществлялась при помощи тензостанции УТС-ВГ12 на осциллограф НО441. Измерение осадки покрытия проводилось при помощи прогибомера МАДИ – ЦНИИЛ Гушосдор.

Конструкция опытного участка включала слой покрытия толщиной 10 см из гравийного материала оптимального состава и 25 см песчаного грунта заключенного в оболочку из геосинтетического рулонного материала (тканого полипропилена) и песчаного основания. Нагрузка на покрытие передавалась от спаренного колеса лесовозного автомобиля МАЗ-509. На рис. 6 показано изменение вертикальных напряжений сжатия σ_z , МПа, в зависимости от расстояния до центра действия нагрузки.

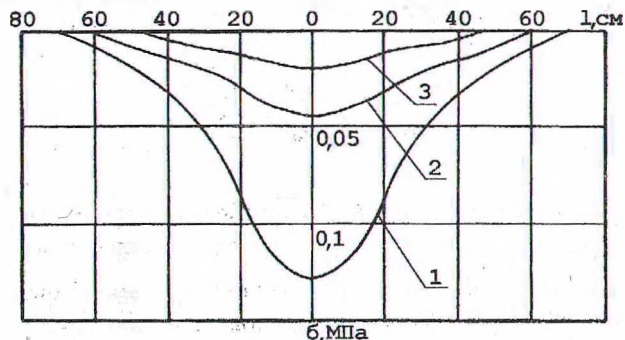


Рис. 6. Изменение вертикальных напряжений сжатия в зависимости от расстояния до центра действия нагрузки:

1 – $h = 0,4$ м; 2 – $h = 0,55$ м; 3 – $h = 0,7$ м

Анализ результатов измерения сжимающих напряжений свидетельствует о хорошей распределяющей способности опытной конструкции. Прослеживается зависимость между нагрузкой и величиной напряжений – с увеличением нагрузки напряжения увеличиваются и захватывают большую площадь грунтового массива. Это наглядно видно из графика (см. рис. 6), где область распространения напряжений колеблется от 1,4 м и уменьшается с глубиной до 0,7 м. Четко прослеживается роль геосинтетической оболочки в снижении напряжений в основании. На опытном участке с уложенной в колею полипропиленовой оболочкой с грунтом напряжения в 0,55 м от поверхности сжимаемого слоя оказались на 55% ниже, чем на контрольном участке.

Процесс колееобразования изучался при многократных проходах колеса испытательной тележки. Развитие деформаций можно охарактеризовать по степени просадки верха покрытия и возникновению повреждений. На опытном участке после многократных проходов колея достигла 2,5 см, а на участке без усиления стабилизации не наблюдалось. На опытном участке процесс колееобразования стабилизировался после 100 проходов тележки, на контрольном уча-

стке глубина колеи постоянно увеличивалась.

С целью оценки эффективности практического применения разработанных способов повышения прочности лесотранспортных путей и технологий проведения работ были построены опытные участки в производственных условиях. Работы по опытно-промышленной проверке работоспособности разработанных дорожных конструкций проводились в АООТ «Молодечнолес» и Осиповичском леспромхозе. В процессе строительства опытных участков лесных транспортно-технологических путей отработывалась технология проведения работ, определялась производительность труда, что позволило разработать технологические карты, произвести расчет потребности рабочих и машин, выполнить технико-экономические расчеты. С 1997 по 2002 гг. было построено 11 опытных участков дорог общей протяженностью 5,75 км.

По данным результатов обследования опытных участков устроенных с применением геосинтетических материалов построены зависимости глубины колеи от числа проездов автопоездов. Анализ зависимостей показывает, что на первом этапе испытаний (35–40 проездов автопоездов), колеи образуются практически одинаково на контрольных и усиленных участках. Затем при достижении колеи глубиной 4–5 см рост глубины колеи на опытном участке снизился на 30% по отношению к контрольному. Это указывает на тенденцию к стабилизации глубины колеи и эффективности предлагаемых способов повышения прочности путей.

Измерения скоростей движения показали, что скорости движения на опытных участках выше, чем на контрольных и составляют в среднем соответственно 8,44 и 7,56 м/с. Ежегодно проводились обследования опытных участков, в результате которых определялись модуль деформации, влажность грунта, наибольшая глубина колеи и общее состояние. В процессе шестилетней эксплуатации по данным участкам было вывезено около 68 тыс. м³ заготовленной древесины.

Произведен расчет экономической эффективности повышения прочности лесных транспортно-технологических путей и разработаны рекомендации производству по применению предлагаемых способов в зависимости от объема вывозки древесины, типа грунта и типа местности по характеру и степени увлажнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате проведенного анализа состояния лесотранспортной сети и теоретических исследований разработаны способы повышения прочности лесотранспортных путей в зависимости от их состояния и несущей способности грунтов. Для оценки состояния лесотранспортных путей разработана математическая модель как функции прочности транспортного пути и погодноклиматических факторов, позволяющая рассчитывать конкретные сроки проведения ремонтов и упрочнения путей, в основу которой положено распределение Вейбулла-Гнеденко. Для решения полученных уравнений составлена про-

грамма в пакете математического моделирования MATHCAD. Для лесных грунтовых транспортно-технологических путей по выборке Вейбулла-Гнеденко найдены оценки наибольшего правдоподобия распределения: $\theta=135,5$ МПа, $p=2,36$ [2, 3, 8, 10, 13, 15, 23].

2. Разработанные конструкции лесотранспортных путей колеиноного типа позволяют снизить объемы земляных работ на 20...30% на однополосных дорогах и до 40% на двухполосных, на 20...25% снизить расход вяжущих материалов, а также уменьшить транспортные расходы на их доставку к месту производства работ [5, 6, 10, 12, 19, 21].

3. Для повышения прочности лесных транспортно-технологических путей сложенных из несвязных и малосвязных грунтов, предлагается вводить в дорожную одежду вертикальные упрочняющие прослойки (ВУП) из различного рода геосинтетических материалов (при годовом объеме вывозки до 50 тыс.м³) и проводить упрочнение по методу «грунт в оболочке» (при годовом объеме вывозки свыше 50 тыс.м³). Разработанные методики расчета позволяют подобрать геосинтетический материал и определить требуемую толщину прослоек. Использование геосинтетики дает возможность уменьшить или полностью исключить применение древесины, повысить долговечность дорожных конструкций, а также увеличить межремонтные сроки [4, 6, 11, 12, 15, 27].

4. Для повышения прочности лесных грунтовых транспортно-технологических путей, устроенных на глинистых и суглинистых основаниях, рекомендуется применять термическую стабилизацию с максимальным использованием местных грунтов (модуль деформации покрытия повышается на 6...8 МПа, а при использовании грунтовых смесей – на 12...15 МПа), тем самым снизить процесс колееобразования и обеспечить проезжаемость тяжелых лесовозных автопоездов [1, 7–10, 14, 17–22, 26].

5. Внедрение при строительстве лесных транспортно-технологических путей разработанных дорожных конструкций и способов повышения прочности осуществлялось в АООТ «Молодечное» и Осиповичском леспромпхозе. Построенные опытные участки лесотранспортных путей эксплуатируются с 1997 года по настоящее время и по ним вывезено более 68 тыс.м³ заготовленной древесины [4, 8, 22].

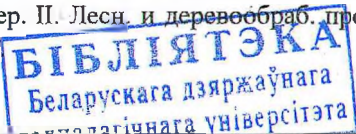
6. Экономический эффект при повышении прочности лесотранспортных путей с применением геосинтетики составил 360 млн. руб. на 1 км (в ценах 1999 года), что позволило снизить себестоимость вывозки древесины на 5,2 тыс. руб./м³, а при использовании термической стабилизации грунтов – 350 млн. руб. на 1 км (в ценах 1999 года), что привело к снижению себестоимости вывозки на 5,1 тыс. руб./м³. Разработанные рекомендации позволяют выбрать способ повышения прочности лесотранспортных путей в зависимости от годового объема вывозки заготавливаемой древесины, типа грунта и типа местности по характеру и степени увлажнения [11, 25].

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах.

Научные статьи:

1. Вырко Н.П., Насковец М.Т., Тумашик И.И. Улучшение свойств местных грунтов лесовозных дорог // Сб. науч. тр. / Бел. гос. технолог. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообраб. пром-сть. - Минск, 1994. - Вып. II. - С. 52-55.
2. Насковец М.Т., Королев А.А., Тумашик И.И. Основные тенденции развития лесотранспортной сети Республики Беларусь // Сб. науч. тр. / Бел. гос. технолог. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообраб. пром-сть. - Минск, 1994. - Вып. II. - С. 9-12.
3. Вырко Н.П., Насковец М.Т., Тумашик И.И., Карпиньски Ф. Способы упрочнения грунтовых оснований при строительстве лесных дорог // Сб. науч. тр. / Бел. гос. технолог. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообраб. пром-сть. Минск, 1996. - Вып. 3. - С. 50-53.
4. Вырко Н.П., Насковец М.Т., Тумашик И.И. Исследование работы дорожной конструкции из местных грунтов, содержащей вертикальные упрочняющие прослойки // Сб. науч. тр. / Бел. гос. технолог. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообраб. пром-сть. Минск, 1996. - Вып. 3. - С. 53-56.
5. Тумашик И.И., Ярмолик С.В. Повышение проезжаемости транспортно-технологических путей предприятий лесного комплекса // Сб. науч. тр. / Бел. гос. технолог. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообраб. пром-сть. Минск, 1996. - Вып. VI. - С. 69-71.
6. Вырко Н.П., Насковец М.Т., Тумашик И.И. Механизация строительства грунтовых покрытий лесовозных дорог // Сб. науч. тр. / Бел. гос. технолог. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообраб. пром-сть. - Минск, 1997. - Вып. V. - С. 135-138.
7. Вырко Н.П., Насковец М.Т., Тумашик И.И., Ярмолик С.В. Использование термоустановки при устройстве транспортно-технологических путей лесозаготовительных предприятий // Сб. науч. тр. / Бел. гос. техн. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообраб. пром-сть. - Минск, 1998. - Вып. VI. - С. 72-75.
8. Вырко Н.П., Тумашик И.И., Ярмолик С.В., Насковец М.Т., Бобарыко П.С. Повышение несущей способности оснований транспортно-технологических лесных путей, устраиваемых на основе местных грунтов // Сб. науч. тр. / Бел. гос. техн. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообраб. пром-сть. - Минск, 1999. - Вып. VII. - С. 98-100.
9. Тумашик И.И. Обоснование основных рабочих параметров установок для приготовления грунтовых смесей термическим методом // Сб. науч. тр. / Бел. гос. техн. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообраб. пром-сть. - Минск, 1999. - Вып. VII. - С. 103-105.
10. Тумашик И.И. Повышение проезжаемости транспортно-технологических путей способом приготовления грунтовых смесей термическим методом // Сб. науч. тр. / Бел. гос. техн. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообраб. пром-сть. - Минск, 2000. - Вып. VIII. - С. 130-134.

539 ар



11. Насковец М.Т., Тумашик И.И., Стефанович Б. Обеспечение проезжаемости лесных транспортно-технологических путей // Сб. науч. тр. / Бел. гос. техн. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообаб. пром-сть. - Минск, 2001. - Вып. IX. - С. 84-87.
12. Насковец М.Т., Тумашик И.И. Обеспечение проезжаемости грунтовых лесных транспортно-технологических путей // Лесное и охотничье хозяйство / Минск, 2002. №1. - С. 38-39.
13. Вырко Н.П., Тумашик И.И., Ярмолик С.В. Исследование напряжений и деформаций при расчете прочности нежестких дорожных одежд лесовозных автомобильных дорог // Сб. науч. тр. / Бел. гос. техн. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообаб. пром-сть. - Минск, 2002. - Вып. X. - С. 89-92.
14. Тумашик И.И., Лашенко А.П. Использование дорожно-строительных материалов, полученных термическим путем // Сб. науч. тр. / Бел. гос. техн. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообаб. пром-сть. - Минск, 2002. - Вып. X. - С. 99-100.
15. Тумашик И.И., Вырко Н.П., Лось А.М., Ярмолик С.В. Усиление конструкций лесных транспортно-технологических путей на основе рулонных материалов // Сб. науч. тр. / Бел. гос. техн. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообаб. пром-сть. - Минск, 2003. - Вып. XI. - С. 107-111.
16. Тумашик И.И. Учет развития деформаций в дорожных покрытиях лесотранспортных путей при расчете требуемого модуля упругости // Сб. науч. тр. / Бел. гос. техн. ун-т. Сер. II. Лесн. и деревообаб. пром-сть. - Минск, 2003. - Вып. XI. - С. 139-143.

Материалы конференций:

17. Вырко Н.П., Насковец М.Т., Тумашик И.И. Повышение эксплуатационных качеств лесовозных дорог из местных грунтов // Проблемы ресурсосберегающих и экологически чистых технологий на предприятиях лесного комплекса и подготовка лесоинженерных кадров: Материалы Всероссийской науч.-практ. конференции. Воронеж, 28-30 июня 1994 г. / Госком. РФ по высшему образованию, Центр.-черноземное отделение наук о лесе, РАЕН, Воронежское обл. правл. ВЛНТО, Воронежская гос. ЛТА. - Воронеж, 1995. - С. 108-109.
18. Вырко Н.П., Насковец М.Т., Тумашик И.И. Способ улучшения транспортно-эксплуатационных качеств лесных дорог // Совершенствование транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог: Материалы Международ. науч.-техн. конф. / Мин. образ. и науки РБ, Комитет по автомоб. дорогам, Бел. гос. политехн. академия. - Минск, 1996.- Ч. 2. - С. 19-22.
19. Вырко Н.П., Насковец М.Т., Тумашик И.И., Ярмолик С.В. Способы улучшения несущей способности оснований автомобильных дорог // Технические вузы – республике: Материалы 52-й науч.-техн. конф. / Бел. гос. политехн. академия. - Минск, 1997.- Ч. 3. - С. 129.

20. Ярмолик С.В., Тумашик И.И., Вырко Н.П. Повышение эксплуатационного состояния грунтовых дорог // Лес - экология и ресурсы: Материалы Международ. науч.-техн. конф. / Бел. гос. технолог. ун-т. - Минск, 1998.- С. 32 - 33.
21. Тумашик И.И., Вырко Н.П., Насковец М.Т., Ярмолик С.В. Технология строительства дорожных одежд транспортно-технологических путей на основе глинистых грунтов // Ресурсосберегающие технологии в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности: Материалы Международ. науч.-техн. конф. / Мин. образ. РБ, Бел. гос. техн. ун-т. - Минск, 1999.- С. 199-200.
22. Тумашик И.И. Технология строительства транспортно-технологических путей на основе глинистых грунтов // Проблемы транспортного освоения лесных массивов: Материалы Международ. семинара / Варшав. высш. школа леса, Бел. гос. техн. ун-т. - Варшава, 2000.- С. 138-142.
- Тезисы докладов:*
23. Вырко Н.П., Насковец М.Т., Тумашик И.И. Пути улучшения дорожных одежд, устраиваемых на основе местных грунтов // Новые материалы и технологии в стр-ве, ремонте и содержании автомоб. дорог: Материалы республик. науч.-техн. конф. (тез. докл.). Минск, 1994 г. / Минобр. и науки РБ, Бел. гос. политехн. академия. - Минск, 1994. - С. 20-21.
24. Вырко Н.П., Тумашик И.И. Проблема применения местных грунтов при строительстве лесовозных дорог // Лес-95: Тез. докл. Международ. науч.-практич. конф. Минск, 29 марта -1 апреля 1995 г. / Бел. гос. технолог. ун-т, АО "Центр-XXI век", Минлесхоз РБ, концерн "Беллесбумпром". - Минск, 1995.- С. 43.
25. Вырко Н.П., Насковец М.Т., Тумашик И.И., Скачко А.Н. Некоторые аспекты проектирования транспортных путей лесопромышленных предприятий // Лес-96: Тез. докл. Международ. науч.-практич. конф., Минск, 21-24 мая 1996 г. / Бел. гос. технолог. ун-т, АО "Центр-XXI век", Минлесхоз РБ, концерн "Беллесбумпром". - Минск, 1996.- С. 41.
26. Вырко Н.П., Насковец М.Т., Тумашик И.И. Обоснование параметров установок для приготовления оптимального состава грунтовых смесей лесовозных дорог // Теория, проектирование и методы расчета лесных и д/о машин: Материалы всероссийской науч.-техн. конф. (тез. докл.). Москва, 1997 г. / Москов. лесотехн. ин-т. - Москва, 1997. - С. 25.
27. Насковец М.Т., Тумашик И.И., Ермалицкий А.А., Севрук С.А. Механизация процесса укладки вертикальных прослоек в колеи лесотранспортных путей // Проблемы строительного и дорожного комплексов: Материалы 1-й Междунар. науч.-тех. конф. (тез. докл.), Брянск, 24-25 мая 2002г./ Брянск. гос. инж.-технол. акад., 2002. - С. 27-28.

РЭЗІЮМЭ

ТУМАШЫК Ігар Іванавіч

Павышэнне трываласці канструкцый лясных транспартна-тэхналагічных пуцей на падставе выкарыстоўвання геасінтэтыкі і тэрмастабілізацыі грунтоў

Лесатранспартны пуць, трываласць, дарожная канструкцыя, каляя, грунты, геасінтэтычныя матэрыялы, тэрмічная стабілізацыя.

Аб'ектам даследавання з'яўляюцца лясныя транспартна-тэхналагічныя пуці, нявязныя і вязныя грунты і геасінтэтычныя матэрыялы.

Мэтай дысертацыйнай работы з'яўляецца павышэнне эфектыўнасці лесанарыхтоўчага працэсу шляхам павелічэння трываласці лясных транспартна-тэхналагічных пуцей на падставе выкарыстоўвання геасінтэтычных матэрыялаў і тэрмічнай стабілізацыі грунтоў для засвойвання лясных масіваў, размешчаных на тэрыторыях з недастатковай нясухай здольнасцю грунтоў.

Тэарэтычныя і эксперыментальныя даследаванні грунтаваліся на прымяненні метадаў сістэмнага аналізу, тэарэтычнай механікі і супраціўлення матэрыялаў. Пры выкананні эксперыментальных даследаванняў выкарыстоўваліся метады фізічнага мадэлявання, планавання эксперыменту і статыстычнай апрацоўкі вынікаў.

Праведзены тэарэтычныя даследаванні і складзена матэматычная мадэль для ацэнкі стану грунтовых лесатранспартных пуцей, якая дае магчымасць апісваць трываласць пуці па часу з улікам канкрэтных умоў эксплуатацыі. Выкананы лабараторныя і вытворча-тэхналагічныя даследаванні і выпрабаванні. Абрунтаваны ўмовы выкарыстання геасінтэтычных матэрыялаў для павышэння трываласці лесатранспартных пуцей і распрацаваны метады іх разліку. Праведзены даследаванні па тэрмічнай стабілізацыі грунтовых аснаванняў і пакрыццяў і выбраны рацыянальныя тэмпературныя рэжымы для розных тыпаў грунтоў. Распрацаваны дарожныя канструкцыі лесатранспартных пуцей і тэхнічныя сродкі механізацыі работ.

Распрацаваны тэхналогіі будаўніцтва лесатранспартных пуцей з выкарыстаннем геасінтэтыкі і тэрмічнай стабілізацыі грунтовых аснаванняў.

Праведзены вопытна-прамысловыя праверкі дарожных канструкцый лясных транспартна-тэхналагічных пуцей і дадзены рэкамендацыі вытворчасці для эфектыўнага выкарыстання прапанаваных спосабаў павелічэння трываласці пуцей у залежнасці ад аб'ёму вывазімай драўніны, тыпу грунту і тыпу мясцовасці па характару і ступені увільгатнення.

РЕЗЮМЕ

ТУМАШИК Игорь Иванович

Повышение прочности лесных транспортно-технологических путей на основе применения геосинтетики и термостабилизации грунтов

Лесотранспортный путь, прочность, дорожная конструкция, колея, грунты, геосинтетические материалы, термическая стабилизация.

Объектом исследования являются лесные транспортно-технологические пути, несвязные и связные грунты и геосинтетические материалы.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности лесозаготовительного процесса посредством увеличения прочности лесных транспортно-технологических путей на основе применения геосинтетических материалов и термической стабилизации грунтов для освоения лесных массивов, расположенных на территориях с недостаточной несущей способностью грунтов.

Теоретические и экспериментальные исследования базировались на применении методов системного анализа, теоретической механики и сопротивления материалов. При выполнении экспериментальных исследований использовались методы физического моделирования, планирования эксперимента и статистической обработки результатов.

Проведены теоретические исследования и составлена математическая модель для оценки состояния грунтовых лесотранспортных путей, позволяющая описывать прочность пути во времени с учетом конкретных условий эксплуатации. Выполнены лабораторные и производственно-технологические исследования и испытания. Обоснованы условия применения геосинтетических материалов для повышения прочности лесотранспортных путей и разработаны методики их расчета. Проведены исследования по термической стабилизации грунтовых оснований и покрытий и выбраны рациональные температурные режимы для различных типов грунтов. Разработаны дорожные конструкции лесотранспортных путей и технические средства механизации работ.

Разработаны технологии строительства лесотранспортных путей с применением геосинтетики и термической стабилизации грунтовых оснований.

Проведены опытно-промышленные проверки дорожных конструкций лесных транспортно-технологических путей и даны рекомендации производству для эффективного применения предлагаемых способов повышения прочности путей в зависимости от объема вывозимой древесины, типа грунта и типа местности по характеру и степени увлажнения.

SUMMARY

TUMASHIK Igor Ivanovich

Increasing of toughness of timber transport-technological ways based on geosynthetics and thermal stabilization of soils

Transport-technological way, toughness, road construction, rut-track, soils, geosynthetics materials, thermal stabilization.

Object of the research are timber transport-technological ways, sandy and clay soils and geosynthetics materials.

The aim of the dissertation work is increase of forest industry process efficiency by means of increase of toughness of timber transport-technological ways on the basis of using geosynthetic materials and thermal stabilization of soils for utilizing timber areas, located on the territory with insufficient carrying ability of soils.

Theoretical and experimental researches were based on application of methods of system analysis, theoretical mechanics and resistance of materials. To perform experimental researches methods of physical modeling, planning of experiment and statistical processing of results were used.

Theoretical researches are performed, mathematical model for estimation of the condition of soils transport-technological ways, allowing to describe toughness of the way at time with provision for concrete conditions of exploitations. Laboratory and production-technological researches and tests are executed out. Motivated conditions of using geosynthetics materials for increasing toughness of transport-technological ways and is designed methods of their calculation. The organized researches on thermal stabilization soils foundations and covering and are select rational warm-up regimens for different type's soil. It is designed traveling designs ways and technical facilities to mechanizations of the work.

Designed technology construction forest transport ways with using geosynthetics materials and thermal stabilization soils foundations.

They are organized experienced-industrial checks road construction timber transport-technological ways and recommendations production for efficient using the proposed ways of increasing to toughness of the ways depending on volume of taken out wood, such as a ground and such as district on character and a degree of humidifying are given.