

625
Г20

Учреждение образования
"БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ"

УДК 625.731.7/8 (064)

ГАРМАЗА Андрей Константинович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ
ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОТЕКСТИЛЕЙ**

05.21.01 – Технология и машины лесозаготовок
и лесного хозяйства

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск 2002

+

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

Научный руководитель кандидат технических наук,
доцент Лыщик П.А.
(БГТУ, кафедра транспорта
леса)

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Леонович И.И.
(БНТУ, кафедра строительства и
эксплуатации дорог);

кандидат технических наук,
доцент Гороновский А.Р.
(БГТУ, кафедра лесных машин
и технологии лесозаготовок)

Оппонирующая организация РУП "БелдорНИИ"

Защита состоится "27" декабря 2002 г. в 14⁰⁰ 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: 227-83-41

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского государственного технологического университета.

Автореферат разослан "27" ноября 2002 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций



С.И. Мохов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Успешная работа лесного комплекса в значительной степени зависит от ритмичной работы автомобильного транспорта на вывозке заготовленного леса, которая определяется эксплуатационным состоянием транспортных путей. В свою очередь состояние лесовозных дорог характеризуется степенью поврежденности пути под воздействием лесовозного автотранспорта и погодно-климатических факторов, а также снижением прочности и устойчивости грунта земляного полотна и материала дорожной одежды в расчетный (неблагоприятный) период года.

Транспортное освоение лесосечного фонда главным образом связано со строительством дорог на слабых грунтах и местности, где заболоченность покрытой лесом территории достигает 60 %. Грунтово-гидрологические условия таких участков весьма сложные. Местные грунты отличаются низкой несущей способностью, а расстояние подвозки качественных дорожно-строительных материалов большое, что влечет за собой удорожание стоимости строительства дорог. При этом следует отметить рост дефицита традиционных дорожно-строительных материалов и качественных грунтов в лесных регионах республики. Использование в этих условиях традиционных конструкций земляного полотна и дорожных одежд приводит к удорожанию дорог.

В последние годы наметился переход на использование менее качественных местных материалов и грунтов в дорожных конструкциях. Однако эта мера требует укрепления грунтов вяжущими материалами или зерновыми добавками. Это целесообразно только в том случае, если приходится укреплять небольшие объемы грунта (слои в 15-30 см), да и укреплению подвержены далеко не все грунты. При строительстве лесовозных автомобильных дорог, особенно на заболоченных участках, приходится увеличивать высоту насыпи или использовать древесные материалы, расход которых на 1 км лесовозной автомобильной дороги составляет 400-1000 м³ в зависимости от типа основания.

Существующая сеть лесовозных автомобильных дорог требует своего качественного улучшения, т.к. 91,8 % дорог лесного комплекса являются грунтовыми, многие из которых требуют ремонта. В связи с этим возникает задача по строительству и ремонту автомобильных лесовозных дорог, сооружаемых с использованием местных материалов, не путем улучшения свойств самого грунта и использования древесины, а путем совершенствования самой конструкции. В качестве такого решения рекомендуется применение дорожных конструкций со специ-

445ap

альными прослойками из геотекстильных материалов, которые позволяют на 20-30 % уменьшить объем земляных работ, уменьшить или полностью исключить применение древесины, повысить прочность и долговечность дорожных конструкций, увеличить темпы дорожного строительства и межремонтные сроки, снизить трудозатраты.

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.

Цель и задачи исследований. Цель работы – повышение эффективности лесозаготовительного процесса, снижение трудовых и материальных затрат на строительство автомобильных лесовозных дорог путем совершенствования их конструкций на основе применения геотекстилей для освоения лесных массивов, расположенных на заболоченной территории или с недостаточной несущей способностью грунтов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ состояния дорожно-транспортной сети лесозаготовительных и лесохозяйственных предприятий, использования геотекстилей в дорожном строительстве и методов расчета дорожных конструкций с геотекстилем.

2. Разработать комплексную методику, на основе основных характеристик геотекстилей, определяющую область их применения и назначение в дорожных конструкциях.

3. Разработать рекомендации по видам испытаний геотекстилей в зависимости от их назначения и функций в дорожных конструкциях.

4. Провести теоретические исследования по обоснованию условий применения геотекстильных прослоек.

5. Провести лабораторные испытания дорожных конструкций с геотекстилем.

6. Разработать технологию строительства автомобильных лесовозных дорог с применением геотекстиля.

7. Провести опытно-промышленную проверку работы конструкций автомобильных лесовозных дорог в производственных условиях и оценить эффективность их применения.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются автомобильные лесовозные дороги, геотекстильные материалы и конструкции земляного полотна и дорожных одежд с геотекстильными прослойками.

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. Разработана методика классификации и определения области применения геотекстильных материалов на основе их физико-механических свойств. Разработана методика расчета дорожных конструкций с прослойкой из геотекстиля, отличающаяся учетом прочности материала. Предложен способ устройства и метод расчета предварительного натяжения прослойки геотекстиля, позволяющий определять первоначальную деформацию материала для получения армирующего эффекта.

Практическая значимость полученных результатов. Разработанные конструкции земляного полотна с использованием геотекстилей, методики исследований и расчета на прочность позволяют на стадии проектирования автомобильных лесовозных дорог выбрать рациональные конструкции с учетом типа местности по условиям увлажнения, технологии строительства и воздействия лесовозных автопоездов.

Применение геотекстилей позволяет повысить несущую способность слабых грунтов, снизить на 20-30 % объемы земляных работ, сократить сроки строительства.

Предложенный метод расчета дорожной конструкции с прослойкой из геотекстиля на прочность позволяет подбирать материалы для строительства. Полученные зависимости по предварительному натяжению геотекстилей дают возможность устраивать прослойки с различными значениями первоначальной деформации.

Построенные участки автомобильных лесовозных дорог с геотекстильными прослойками в лесозаготовительном объединении АООТ "Молодечное" и Бобруйском леспромхозе подтвердили теоретические и экспериментальные исследования устойчивой работы дороги в течение круглого года на протяжении 10 лет. Экономический эффект от внедрения дорожных конструкций с геотекстильными прослойками на 1 км дороги составил 3,4 тыс. руб. (в ценах 1991 г.).

Результаты исследований внедрены в учебный процесс и использованы при написании методических указаний "Строительство автомобильных лесовозных дорог с применением геотекстилей" по курсу "Строительство и эксплуатация лесовозных дорог" для специальности 1.46.01 "Лесоинженерное дело", которые одобрены Редакционно-издательским советом Белорусского государственного технологического университета.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Методика классификации геотекстильных материалов, позволяющая определять область их применения для строительства автомобильных лесовозных дорог.
2. Методика расчета дорожной конструкции с прослойкой из геотекстиля, учитывающая прочностные характеристики материала.
3. Способы устройства прослоек с предварительным натяжением геотекстиля и методика определения длины кривой и параметров, необходимых для определения величины натяжения материала.
4. 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. Выполнены теоретические исследования по предварительному натяжению геотекстиля и определению растягивающих усилий, возникающих в геотекстильных слоях. С участием автора проведены лабораторные, производственно-технологические исследования и построены опытные участки дорог. Разработаны конструкции земляного полотна с геотекстильными прослойками и практические рекомендации по их применению в дорожном строительстве.

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), Международной научно-технической конференции "Совершенствование транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог" (БГПА, Минск, 1996), 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 конференций "Ресурсосберегающие технологии в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности" (БГТУ, Минск, 1999), а также научно-технических конференциях БГТУ, Минск, 1994-2001 гг.

Опубликованность результатов. Основные положения диссертации опубликованы в 18 печатных работах, в том числе в 11 статьях (63 стр.), 3 материалах (11 стр.) и 4 тезисах докладов (6 стр.) на научных конференциях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики, 6 глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Объем диссертации – 151 лист машинописного текста. Работа содержит 74 рисунка, 35 таблиц, 82 литературных источника.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассмотрено современное состояние дорожно-транспортной сети лесохозяйственных и лесозаготовительных предприятий Республики Беларусь. Установлено, что протяженность лесных дорог составляет 113297 км, из которых 17399 км (15,4 %) – дороги круглогодического действия. Грунтовые дороги составляют 91,8 % от общей протяженности, которые в большинстве своем имеют неудовлетворительное состояние и требуют ремонта.

Исследованием вопросов применения геотекстильных материалов в дорожном строительстве занимались такие организации, как Союздорнии, ЦНИИМЭ, БелдорНИИ и др. Изучению работы геотекстильных прослоек в дорожных конструкциях посвящены работы Брантмана Б.П., Казарновского В.Д., Леоновича И.И., Корсунского М.Б., Мерзликина А.Е., Перкова-Ю.Р., Полуновского А.Г., Рувинского В.Н., Яромко В.Н., Штабинского В.В., Трибунского В.М., Тулаева А.Я., Складнева А.И., Костина Н.А. и других.

Вторая глава посвящена исследованию свойств геотекстилей для дорожного строительства. Дана характеристика дорожных геотекстильных материалов отечественных и зарубежных производителей. Практика показывает, что действительное поведение геотекстилей в реальных условиях требует разработок новых подходов и методик испытаний с учетом областей их применения и назначений.

Исходя из дорожных условий необходимо определять: поверхностную плотность, предел прочности на разрыв и соответствующую деформируемость; сопротивление разрыву; водопроницаемость; ко-

эффицент фильтрации вдоль и поперек волокон; коэффициент сцепления материала с грунтом.

Анализ методов испытаний геотекстилей показывает, что в настоящее время нет единой методики испытаний геотекстилей и не выработаны критерии по определению пригодности материала для различных областей его применения, в том числе и для дорожного строительства.

В результате проведения многочисленных лабораторных испытаний геотекстилей определены 10 критериев, характеризующих геотекстиль. Каждый критерий оценивается числом баллов, сумма которых позволяет определить назначение геотекстиля и область его возможного применения, приведенного в таблице.

Таблица

Назначение геотекстилей в зависимости от суммы баллов

Назначение геотекстиля	Нужные баллы
Для укрепления откосов дорог и водоотводных канав	До 99,9
Для устройства прослоек в природных грунтах	100-140
Для устройства прослоек в дорожных одеждах и разделения гравия или щебня от природных грунтов	140,1-220
Для разделения крупнообломочных материалов от природных грунтов и устройства армирующих прослоек	Более 220

В зависимости от области применения и назначения геотекстиля разработаны рекомендации по видам испытаний.

В третьей главе проводится выбор дорожных конструкций для строительства лесовозных автомобильных дорог.

Прошли достаточную проверку и рекомендуются для строительства лесовозных автомобильных дорог три конструкции земляного полотна (рис. 1). Первая конструкция позволяет экономно использовать геотекстиль, т.к. он укладывается по следу колес автопоездов. Вторая используется при отсыпке насыпей на слабых основаниях. Третья конструкция позволяет создавать напряженное состояние геотекстиля.

Анализ существующих конструкций временных автомобильных лесовозных дорог, содержащих колеиные покрытия, позволил предложить конструкции дорожных одежд с использованием геотекстиля и колеиных покрытий (рис. 2).

В предлагаемых конструкциях предусматривается существенное снижение расхода привозного песка и полное или частичное исключе-

ние использования древесины. Расход геотекстильного материала на 1 км дороги составляет от 3,5 тыс. м² до 10 тыс. м².

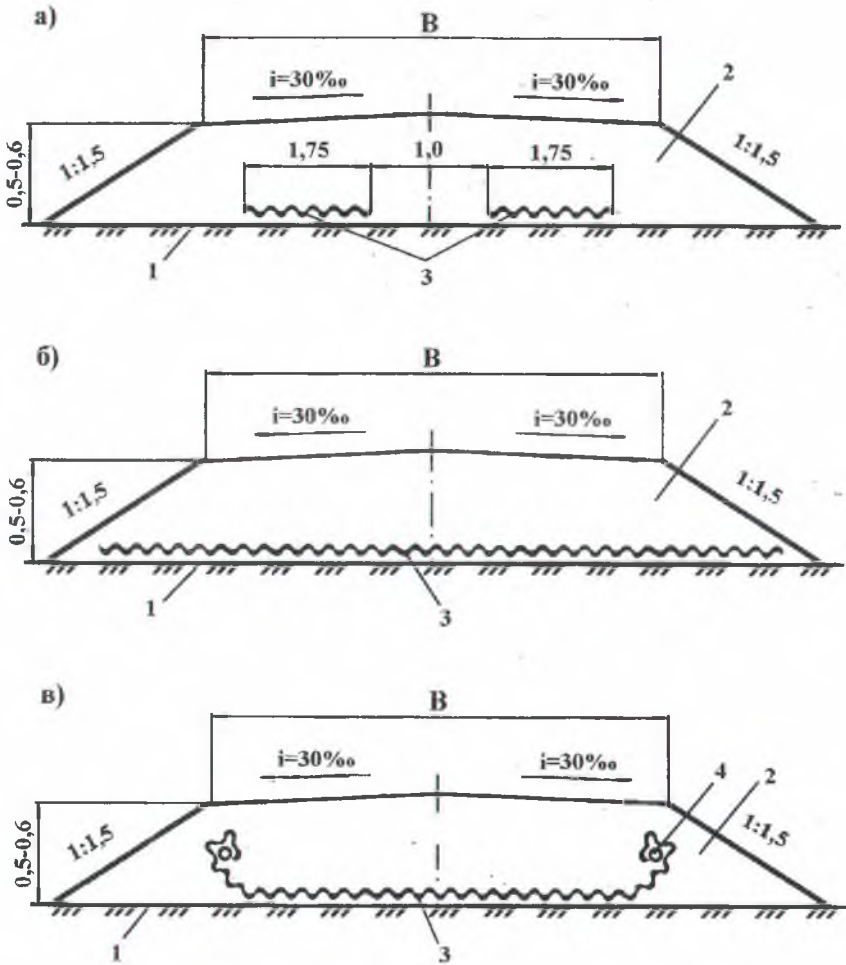


Рис. 1. Конструкции земляного полотна с прослойками из геотекстиля: а – прослойка под колесей наката; б – прослойка в основании насыпи; в – грунт в обойме (геотекстиль укладывается в поперечном направлении); 1 – основание земляного полотна; 2 – земляное полотно; 3 – геотекстиль; 4 – деревянный брус

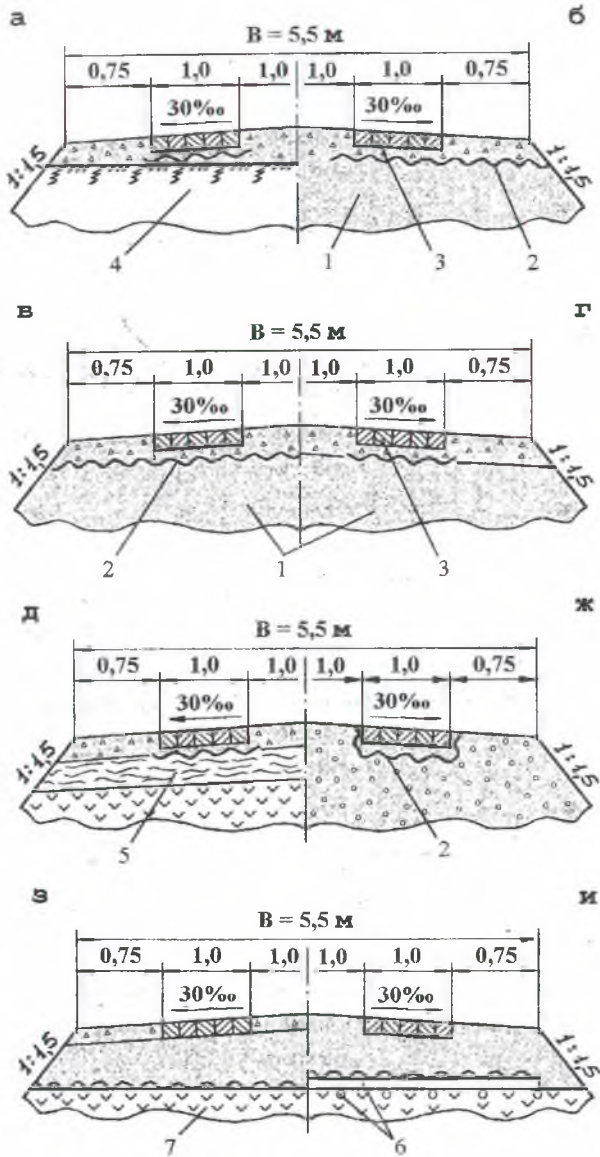


Рис. 2. Конструкции дорожных одежд лесовозных дорог с использованием геотекстиля и ленточного покрытия:

- 1 – земляное полотно; 2 – геотекстиль; 3 – ленточное покрытие;
 4 – грунтовое основание; 5 – хворостяная выстилка; 6 – настил;
 7 – торфяной грунт

Четвертая глава посвящена теоретическим расчетам дорожных конструкций с геотекстильными прослойками.

Имеются противоречия в оценке эффективности применения геотекстиля в качестве арматуры для дорожной одежды. Опыты, проведенные на моделях в Чехословакии, показали снижение горизонтальных напряжений в грунте, уменьшение вертикальных деформаций и рост модуля упругости. По данным канадских специалистов, геотекстиль повышает несущую способность дорожных одежд, но при осадках более значительных, чем обычно допускается для дорожных одежд. Геотекстиль начинает работать только при удлинении.

На эффективность армирования существенное влияние оказывают условия включения геотекстиля в работу. Это требует заложения арматуры как можно ближе к низу дорожной одежды, т.е. назначить толщину слоя грунта над арматурой, исходя только из условий защиты материала армирующего слоя от повреждений при строительстве, которая не должна быть меньше 15-20 см. Однако это не всегда экономически целесообразно, да и большинство геотекстилей имеет значительные удлинения (70-140 %). Следовательно, применяя натяжение, можно повысить жесткость арматуры. Такое натяжение можно дать на стадии производства работ при раскладке геотекстиля.

Для определения деформационной зависимости геотекстиля был испытан дорнит производства Рогачевского комбината строительных материалов. Установлено, что целесообразно при предварительном натяжении дорнита использовать удлинения в пределах 3-6 %, что соответствует прикладываемой нагрузке – 400-600 Н/м.

Для устройства прослойки с предварительным натяжением геотекстиля предлагаются технологические схемы, представленные на рис. 3. В предлагаемых схемах один конец материала закрепляется путем отсыпки на него песка, другой конец растягивается на необходимую величину и после этого производится отсыпка земляного полотна. Последняя схема используется при ремонте автомобильных лесовозных дорог на которых образовалась колея. Геотекстильная прослойка укладывается поверх колеи, концы материала закрепляются колышками. При отсыпке на материал дорожной одежды он примет форму образовавшейся колеи и при этом растянется. В данном случае натяжение геотекстиля будет зависеть от параметров и длины образовавшейся кривой. Эту же схему можно использовать и при строительстве земляного полотна, когда в основании нарезаются волнообразные неровности, укладывается геотекстиль и отсыпается насыпь.

На рис. 4 представлена расчетная схема для определения длины кривой при переменных значениях амплитуды a и расстояния l для

выявления зависимости относительного удлинения от величины отношения a/l .

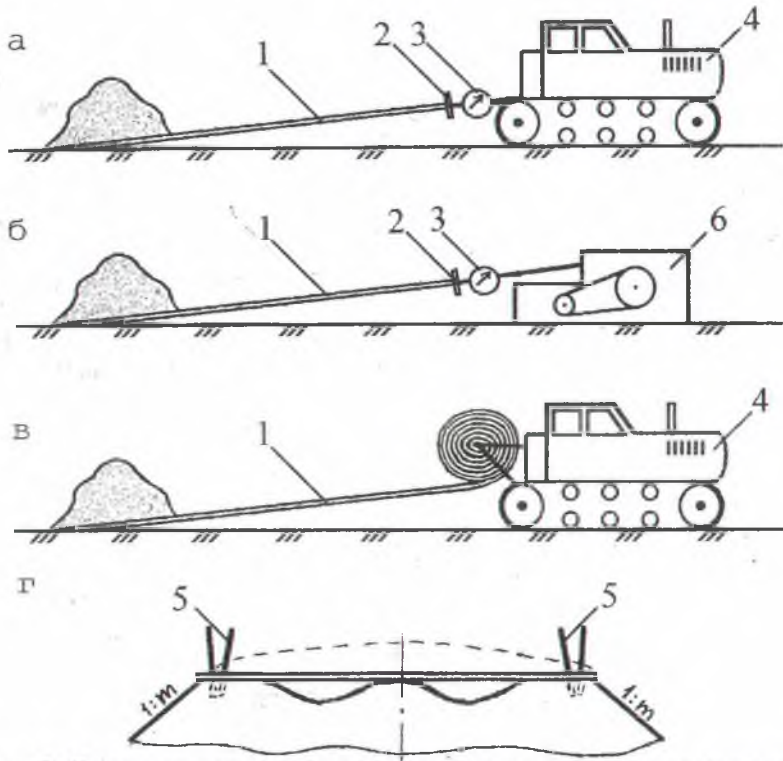


Рис. 3. Схемы укладки геотекстиля с предварительным натяжением
 1 – геотекстиль; 2 – зажим; 3 – динамометр; 4 – бульдозер;
 5 – колышки; 6 – лебедка

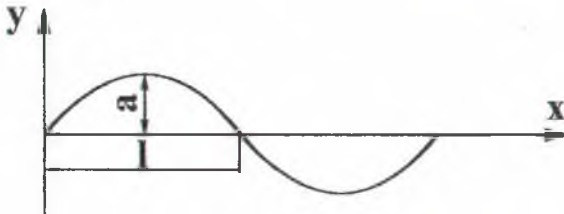


Рис. 4. Расчетная схема для определения длины кривой S

Длина кривой S в общем случае описывается интегральным выражением

$$S = \int_0^l \sqrt{1 + (y')^2} dx. \quad (1)$$

В данном случае

$$y' = \left(a \cdot \sin \frac{\pi \cdot a}{l} \right)' = \frac{\pi \cdot a}{l} \cdot \cos \frac{\pi \cdot x}{l}. \quad (2)$$

После преобразования и решения этого интеграла получим выражение для определения длины кривой:

$$S = l \cdot \left(1 + \frac{\pi^2 \cdot a^2}{4 \cdot l^2} \right). \quad (3)$$

Относительное удлинение

$$\varepsilon = \frac{S - l}{l} \cdot 100\% = \frac{\pi^2 \cdot a^2}{4 \cdot l^2} \cdot 100\%. \quad (4)$$

Зная нужное для материала относительное удлинение, можно определить соотношение a/l , из которого получим удовлетворяющие условиям параметры кривой.

Для определения параметров кривой в зависимости от величины предварительного натяжения материала предложен график (рис. 5).

В данной главе дана методика расчета на прочность дорожной конструкции с геотекстильной прослойкой.

Полоса геотекстиля единичной ширины рассматривается как гибкая нить, имеющая изогнутый и прямолинейный участки. На прямолинейном участке длиной b возникают силы трения, определяющие натяжение геотекстиля (рис. 6).

Давление на прослойку определяется по зависимости

$$q(x) = \gamma \cdot h + P_0(h), \quad (5)$$

где γ – удельный вес грунта; $P_0(h)$ – давление от внешней нагрузки на глубине h .

Для расчета отпора (реакции) грунта снизу использована гипотеза коэффициента постели:

$$p(x) = k \cdot y(x), \quad (6)$$

где k – коэффициент постели; $y(x)$ – прогиб нити.

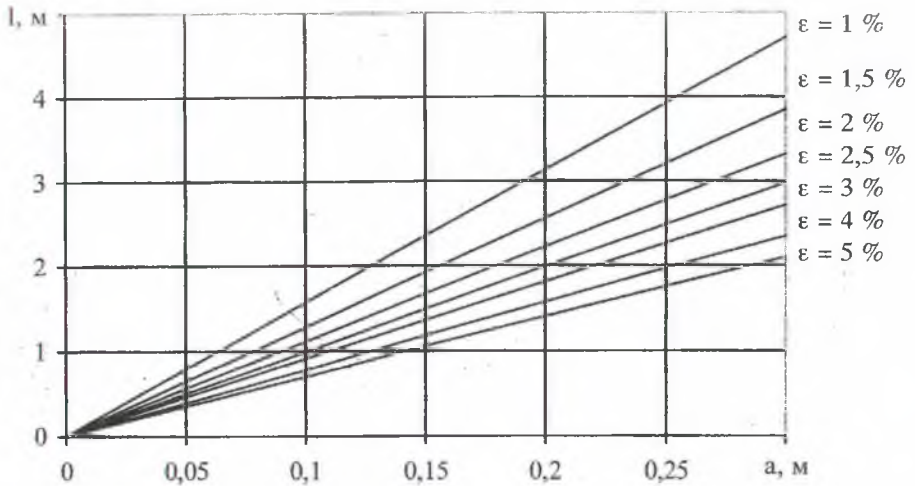


Рис. 5. График для определения значений a и l в зависимости от принятого относительного удлинения геотекстиля

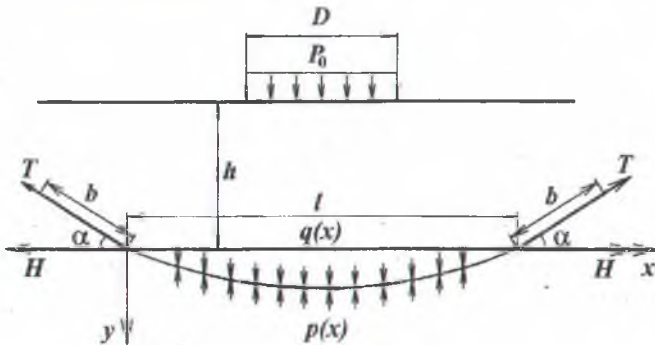


Рис. 6. Расчетная схема: h – глубина заложения геотекстиля; l – величина горизонтальной проекции изогнутой части геотекстиля; $q(x)$ – давление грунта сверху с учетом внешней нагрузки R_0

Дифференциальное уравнение для нити в случае малых прогибов имеет вид

$$H \frac{d^2 y}{dx^2} + q(x) - p(x) = 0, \quad (7)$$

где $H = T \cdot \cos \alpha$ – горизонтальная проекция натяжения нити T .

В результате решения это уравнения и последующих преобразований получим систему уравнений

$$H = \frac{f_{cp} \cdot \gamma \cdot b \cdot (h - 0,5 \cdot b \cdot \sin \alpha) \cdot \sin 2\alpha}{\sin \alpha - f_n \cdot \cos \alpha}, \quad (8)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{q}{\sqrt{k \cdot H}} \cdot \frac{\operatorname{ch} \sqrt{k/H} - 1}{\operatorname{sh} \sqrt{k/H}}, \quad (9)$$

где q – давление на прослойку; k – коэффициент постели; l – величина горизонтальной проекции изогнутой части геотекстиля; b – длина прямолинейного участка геотекстиля; h – глубина заложения прослойки; γ – удельная масса грунта; f_n – коэффициент трения на нижней части геотекстиля; f_{cp} – средний коэффициент трения.

Совместное решение уравнений (8) и (9) позволяет найти H и α . Затем по формуле (10) рассчитывается максимальное давление на грунт P_{max} и находится сила натяжения материала по соотношению $T = H / \cos \alpha$, что позволяет оценить прочность геотекстиля.

Для решения системы уравнений использовался пакет символьных вычислений Maple.

Для практического использования введено понятие коэффициента обеспеченности – это отношение разрывного усилия геотекстиля (P_{max}) к силе, возникающей в материале при нагрузке ($P_{факт.}$). На рис. 7 показана зависимость коэффициента обеспеченности материала дорнит от глубины заложения прослойки с учетом временной нагрузки.

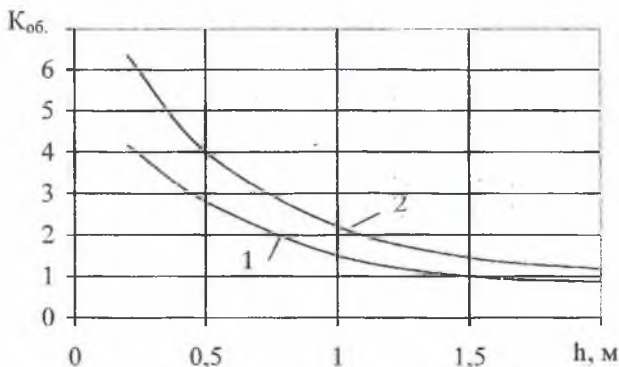


Рис. 7. Зависимость коэффициента обеспеченности материала дорнит от глубины заложения прослойки:

1 – основание сложено торфом; 2 – в основании суглинков

Для магистральных автомобильных лесовозных дорог коэффициент обеспеченности должен быть не менее 1,5, для временных – 1,15-1,2.

В пятой главе приведены общая методика проведения лабораторных испытаний, приборы и оборудование для проведения исследований и полученные результаты. В процессе экспериментальных исследований производилось измерение вертикальных напряжений по глубине дорожной конструкции, изучение влияния числа приложений нагрузки и ее величины на распределение напряжений как по центру действия нагрузки, так и в стороне от места ее приложения, измерение глубины колеи при многократных проходах колеса.

Работы по исследованию дорожных конструкций с геотекстильной прослойкой были проведены на экспериментальном грунтовом канале кафедры транспорта леса БГТУ. Измерение напряжений в дорожной конструкции регистрировалось мездозами конструкции ЦНИИСК. Запись регистрируемых величин осуществлялась посредством тензостанции УТС-ВТ12 на осциллограф НО441.

Конструкция опытного участка состояла из гравийной одежды толщиной 18 см на песчаном основании. Прослойка из геотекстиля заложена на границе гравийного и песчаного материала. Нагрузка на покрытие передавалась от спаренного колеса лесовозного автомобиля МАЗ-509. На рис. 8 показано изменение вертикальных напряжений сжатия в зависимости от расстояния до центра действия нагрузки.

Процесс колееобразования изучался при многократных проходах колеса испытательной тележки с максимальной нагрузкой. Глубина колеи измерялась мерной рейкой по отношению к балке, установленной на направляющих, имеющих реперные отметки.

Установлено, что на участке с прослойкой после 100 проходов испытательной тележки колееобразование стабилизировалось и составило 3 см. Величина колеи на участке без прослойки – 4,5-5 см. Прослойка из геотекстиля уменьшает величину и стабилизирует процесс колееобразования.

Проводились исследования дорожной одежды, включающей прослойку из геотекстиля и ленточное покрытие из деревянных элементов. Опытная конструкция включала покрытие из деревянных элементов с диаметром бревен 10-15 см, скрепленных между собой металлическими штырями. Ширина колесопровода – 1 м, длина участка – 4 м. Покрытие укладывалось на песчаный слой, устроенный на геотекстиле.

Установлено, что на глубине 0,8 м напряжения затухают и практически не изменяются при многократных проходах испытательной тележки. Осадка ленточного покрытия стабилизировалась после 140 проходов те-

лежки и составила 0,02 м. Повреждения элементов не наблюдалось.

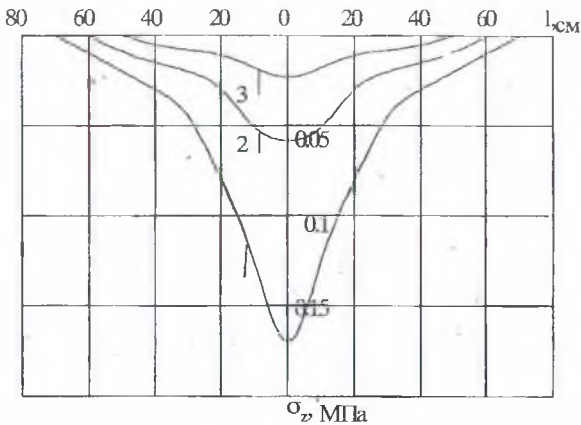


Рис. 8. Изменение вертикальных напряжений сжатия в зависимости от расстояния до центра действия нагрузки и глубины:

1 – $h = 0,2$ м; 2 – $h = 0,5$ м; 3 – $h = 0,8$ м

В шестой главе обоснована эффективность применения геотекстильных прослоек в производственных условиях, приведена технология укладки геотекстиля и строительства опытных участков лесовозных автомобильных дорог, даны результаты производственных испытаний.

Работы по опытно-промышленной проверке работоспособности дорожных конструкций проводились в Бобруйском опытном лесопромхозе и в АООТ "Молодечнолес" с 1993 по 2002 г.

В процессе опытного строительства обрабатывались технологические операции по укладке геотекстиля и возведению насыпи.

В результате измерения скоростей движения автопоездов МАЗ-509+ГКБ-9383-010 было установлено, что средние скорости движения автопоездов на участке с геотекстильной прослойкой на 0,4-0,5 м/с больше, чем на участке без него.

Результаты колееобразования показывают, что после 100 проходов автопоездов на участке с прослойкой глубина колеи 8-10 см на контрольном участке – 14-15 см.

Отражены результаты исследования прочности геотекстиля в течение времени. Установлено, что прочность на разрыв дорнита ежегодно уменьшается на 1,5-2,0 %.

Применение геотекстильных прослоек дает возможность получить экономический эффект в 3,4 тыс. руб на 1 км дороги (в ценах 1991 г.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате испытаний геотекстильных материалов разработана методика, позволяющая их классифицировать и определять область применения. Для практического применения рекомендуется геотекстиль с массой от 120 до 180 г/м² использовать для укрепления откосов дорог и водоотводных канав; с массой от 180 до 220 г/м² – для устройства прослоек в природных грунтах; с массой от 220 до 300 г/м² – для разделения гравия и щебня от природных грунтов и с массой более 300 г/м² – для разделения крупнообломочных материалов от природных грунтов и устройства армирующих прослоек [1, 5, 10, 12].

2. Анализ основных свойств геотекстилей показал, что большинство материалов имеет значительные относительные удлинения (70-140 %). Поэтому при использовании геотекстилей в качестве армирующего слоя материал включается в работу лишь при значительных деформациях дорожных конструкций, которые могут превышать допустимые уровни. В связи с этим предложены способы устройства прослоек с предварительным натяжением материала, которые позволяют использовать материал в качестве арматуры. Произведен расчет длины кривой и параметров, необходимых для определения предварительного натяжения геотекстиля. Для практического применения предложен график. На основании расчета установлены оптимальные параметры, которые для дорнита составляют: глубина – 0,2 м, длина кривой – 2 м. [7, 11].

3. Разработанная расчетная схема и методика расчета дорожной конструкции, содержащей геотекстильную прослойку, позволила определить силу натяжения материала в зависимости от нагрузки и глубины заложения геотекстиля. Для численного решения предложена программа расчета с помощью пакета символьных вычислений Maple. Эта методика позволяет подбирать материал для устройства прослойки и исключить его разрыв в процессе эксплуатации дороги. Для практического применения предложен коэффициент обеспеченности материала. Для магистральных автомобильных лесовозных дорог коэффициент обеспеченности должен быть не менее 1,5, для временных – 1,15-1,2. [17, 18].

4. Для практического применения в лесном комплексе Республики Беларусь предложены конструкции земляного полотна и дорожных одежд с прослойками из геотекстиля, которые рекомендуются при строительстве лесных дорог на основаниях с низкой несущей способностью. Лабораторные испытания показали хорошую распределяющую и армирующую роль геотекстильной прослойки [6, 8, 9, 13].

5. Опытнo-промышлeнная проверка предлагаемых конструкций подтверждает их работоспособность на основаниях с низкой несущей способностью. Построенные в Бобруйском леспромпхозе и АООТ "Молдечнолес" участки дорог эксплуатировались на протяжении всего срока службы опытных участков [2, 3, 4, 13, 15, 16].

6. Экономический эффект при строительстве 1 км дорог с геотекстильной прослойкой составил (в ценах 1991 года) 3,4 тыс. руб., что позволило снизить себестоимость вывозки древесины на 0,48 руб./м³ [14].

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Гармаза А.К. Влияние геотекстильных слоев на прочность земляного полотна // Труды БГТУ. Сер. лесн. и деревообр. пром-сти. – Минск, 1994. Вып. II. –С. 41-45.
2. Лыщик П.А., Корин Г.С., Гармаза А.К. Строительство экспериментальных лесовозных дорог с геотекстильными прослойками // Труды БГТУ. Сер. лесн. и деревообр. пром-сти. –Минск, 1994. Вып. II. –С. 48-52.
3. Лыщик П.А., Гармаза А.К. Улучшение качества лесовозных автомобильных дорог, построенных с использованием геотекстилей // Проблемы ресурсосберегающих и экологически чистых технологий на предприятиях лесного комплекса и подготовка инженерных кадров: Материалы Всероссийской НПК, Воронеж, 28-30 июня 1994 г. –Воронеж, 1994. –С. 106-107.
4. Лыщик П.А., Корин Г.С., Гармаза А.К. Строительство автомобильных лесовозных дорог с гибкими прослойками из геотекстиля // Новые материалы и технологии в строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог: Материалы республиканской НТК / БГПА. –Минск, 1994, –С. 30-31.
5. Лыщик П.А., Гармаза А.К. Применение новых полимерных материалов при строительстве лесных дорог // Лес-95: Тез. докл. международной НПК, Минск, 29 мар.-1 апр. 1995 г. / БГТУ. –Минск, 1995. –С. 48.
6. Лыщик П.А., Корин Г.С., Гармаза А.К. Конструкции дорожной одежды с использованием геотекстилей и ленточных покрытий // Труды БГТУ. Сер. лесн. и деревообр. пром-сти. –Минск, 1996. Вып. III. –С. 45-50.
7. Лыщик П.А., Гармаза А.К., Коломыцев М.И. Применение напряженного геотекстиля в строительстве лесовозных дорог // Труды БГТУ. Сер. лесн. и деревообр. пром-сти. –Минск, 1996. Вып. IV. –С. 40-45.

8. Лыщик П.А., Корин Г.С., Гармаза А.К. Экспериментальные исследования дорожных конструкций с геотекстильными прослойками // Труды БГТУ. Сер. лесн. и деревообр. пром-сти. –Минск, 1996. Вып. IV. –С. 45-50.
9. Лыщик П.А., Корин Г.С., Гармаза А.К. Применение геотекстиля в конструкциях лесовозных дорог // Совершенствование транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог: Материалы международной НТК / БГПА, в 2-х частях, часть 2, –Минск, 1996, –С. 90-94.
10. Лыщик П.А., Гармаза А.К. Определение свойств геотекстилей для дорожного строительства // Труды БГТУ. Сер. лесн. и деревообр. пром-сти. –Минск, 1997. Вып. V. –С. 52-57.
11. Лыщик П.А., Гармаза А.К. Применение предварительно-напряженного геотекстиля при строительстве лесовозных дорог // Технические вузы – республике: Материалы международной 52-й НТК профессоров, преподавателей, научных работников, аспирантов и студентов. в 7-ми частях, часть 3 / БГПА, –Минск, 1997, –С. 155.
12. Лыщик П.А., Гармаза А.К. Классификация геотекстилей по деформации при растяжении и пенетрации падающим конусом // Труды БГТУ. Сер. лесн. и деревообр. пром-сти. –Минск, 1998. Вып. VI. –С. 52-57.
13. Лыщик П.А., Гармаза А.К. Строительство дорог на заболоченных лесных участках // Лес – экология и ресурсы: материалы международной научно-технической конференции, Минск, 17-18 ноября 1998 г. / БГТУ. –Минск, 1998. –С. 319-321.
14. Лыщик П.А., Гармаза А.К. Экономическая эффективность применения геотекстиля в дорожном строительстве // Труды БГТУ. Сер. лесн. и деревообр. пром-сти. –Минск, 1999. Вып. VII. –С. 106-110.
15. Лыщик П.А., Гармаза А.К. Применение геотекстилей при строительстве лесовозных дорог на слабых грунтах // Ресурсосберегающие технологии в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности: материалы международной научно-технической конференции, Минск 24-25 ноября 1999 // БГТУ. –Минск, 1999, –С. 206-208.
16. Лыщик П.А., Гармаза А.К. Опыт строительства лесовозных автомобильных дорог с геотекстильными прослойками // Труды БГТУ. Сер. лесн. и деревообр. пром-сти. –Минск, 2000. Вып. VIII. –С. 117-121.
17. Лыщик П.А., Немцов В.Б., Гармаза А.К. Теоретические основы определения прочности дорожного геотекстиля // Труды БГТУ.

- Сер. лесн. и деревообр. пром-сти. –Минск, 2001. Вып. IX. –С. 87-95.
18. Гармаза А.К. Расчет на прочность дорожной конструкции с прослойкой из геотекстиля // Труды БГТУ. Сер. лесн. и деревообр. пром-сти. –Минск, 2002. Вып. X. –С. 86-89.

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a cursive, somewhat abstract shape.

РЭЗЮМЭ

Гармаза Андрэй Канстанцінавіч

Удасканаленне канструкцый аўтамабільных лесавозных дарог з прымяненнем геатэкстыляў

Аўтамабільная лесавозная дарога, геасінтэтычныя матэрыялы, геатэкстыль, земляное палатно, дарожнае адзенне

Аб'ектам даследавання з'яўляюцца лесавозныя аўтамабільныя дарогі, геатэкстыльныя матэрыялы і канструкцыі землянога палатна і дарожнага адзення з геатэкстыльнымі праслойкамі.

Мэтай дысертацыйнай работы з'яўляецца павышэнне эфектыўнасці лесанарыхтоўчага працэсу, зніжэнне працоўных і матэрыяльных затрат на будаўніцтва аўтамабільных лесавозных дарог шляхам удасканалення іх канструкцый на аснове прымянення геатэкстыляў для асваення лясных масіваў, размешчаных на забалочанай тэрыторыі або з недастатковай нясучай здольнасцю грунтоў.

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

Распрацавана метадыка класіфікавацыі і вызначэння галіны прымянення геатэкстыльных матэрыялаў на аснове іх фізіка-механічных уласцівасцяў. Распрацавана метадыка разліку дарожных канструкцый з праслойкай з геатэкстылю, якая адрозніваецца ўлікам трываласці матэрыялу. Прапанаваны спосаб устройства і метады разліку папярэдняга нацяжэння праслойкі геатэкстылю, які дазваляе вызначаць першапачатковую дэфармацыю матэрыялу для атрымання арміруючага эфекту.

Прымяненне геатэкстыляў пры будаўніцтве аўтамабільных лесавозных дарог павышае нясучую здольнасць слабых грунтоў, зніжае аб'ёмы земляных работ, павялічвае міжрамонтныя тэрміны і зніжае кошт будаўніцтва.

РЕЗЮМЕ

Гармаза Андрей Константинович

Совершенствование конструкций автомобильных лесовозных дорог с применением геотекстилей

Автомобильная лесовозная дорога, геосинтетические материалы, геотекстиль, земляное полотно, дорожная одежда

Объектом исследования являются лесовозные автомобильные дороги, геотекстильные материалы и конструкции земляного полотна и дорожных одежд с геотекстильными прослойками.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности лесозаготовительного процесса, снижение трудовых и материальных затрат на строительство автомобильных лесовозных дорог путем совершенствования их конструкций на основе применения геотекстилей для освоения лесных массивов, расположенных на заболоченной территории или 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.

Разработана методика классификации и определения области применения геотекстильных материалов на основе их физико-механических свойств. Разработана методика расчета дорожных конструкций с прослойкой из геотекстиля, отличающаяся учетом прочности материала. Предложен способ устройства и метод расчета предварительного натяжения прослойки геотекстиля, позволяющий определять первоначальную деформацию материала для получения армирующего эффекта.

Применение геотекстилей при строительстве автомобильных лесовозных дорог повышает несущую способность слабых грунтов, снижает объемы земляных работ, увеличивает межремонтные сроки и снижает стоимость строительства.

SUMMARY

Garmaza Andrey K.

Improvement of Constructions of Automobile Timber-carrying Roads With Application of Geotextiles

Automobile timber-carrying road, geosynthetic materials, geotextile, roadbed, pavement.

The subject of research are timber-carrying automobile roads, geotextile materials and roadbed and pavement constructions with geotextile interlayer.

The object of research is the improvement in efficiency of logging process, the decrease of labour and material expenditures on building of automobile timber-carrying roads by means of improving their constructions on the basis of geotextiles application for the development of large forest areas located on marshy territories or grounds having inadequate carrying ability.

Theoretical and experimental research was based on the method of systemic analysis, theoretical mechanics and resistance of materials. While carrying out the experimental research the methods of physical modelling, experimental design and statistical results processing were used.

The composite technique has been worked out on the basis of characteristics of geotextile materials. The technique makes it possible to classify the geotextiles and to determine the field of their application.

It has been worked out the technique of calculation of road constructions with geotextile interlayer, which takes into consideration strength characteristics. It has been offered the method of design and calculation of geotextile interlayer prestressing, which makes it possible to assume the initial deformation of material .

The application of geotextiles in construction of automobile timber-carrying roads increases the carrying ability of soft grounds, decreases exavation volume and construction costs.

Гармаза Андрей Константинович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ
ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОТЕКСТИЛЕЙ**

Подписано в печать 26.11.2002. Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1,5. Усл. кр.-отг. 1,5. Уч. -изд. л. 1,3.

Тираж 75 экз. Заказ 553.

Учреждение образования

"Белорусский государственный технологический университет".

Лицензия ЛВ №276 от 15.04.98. 220050, Минск, Свердлова, 13а.

Отпечатано на ротапринте Белорусского государственного
технологического университета. 220050, Минск, Свердлова, 13.