

**УНИФИКАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИН-МЕХАНИЗМОВ
ДЛЯ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕСОВОЗНЫХ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**UNIFICATION OF THE USE OF MACHINERY FOR REFORESTATION
IN THE CONSTRUCTION OF LOGGING ROADS**

Мануковский А.Ю. , профессор, доктор технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия	Manukovsky A.Y. , Professor, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia
Курдюков Д.П. , аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия	Kurdyukov D.P. , postgraduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia
Курдюков Р.П. , аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия	Kurdyukov R.P. , postgraduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia
Шамарин Н.И. , аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия	Shamarin N.I. , postgraduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация: В статье рассмотрена задача унификации имеющихся в лесозаготовительных хозяйствах машин и механизмов для обеспечения эффективности использования при строительстве, ремонте и содержании лесовозных автомобильных дорог. В качестве предмета рассмотрения будет использован метод модификации и укрепления грунтов неорганическими вяжущими материалами с помощью фрез лесных и машин для поверхностной обработки почв.

Abstract: The article considers the task of unification of machines and mechanisms available in forestry farms to ensure the efficiency of use in the construction, repair and maintenance of forest roads. As a subject of consideration will be used the method of modification and strengthening of soils with inorganic binders with the help of forestry milling machines and machines for surface soil treatment.

Ключевые слова: строительство лесовозных дорог, лесовосстановление, лесозаготовка, укрепление грунтов.

Keywords: construction of forest roads, reforestation, logging, soil stabilization.

Современные тенденции ведения хозяйства заставляют по-новому взглянуть на проблему целесообразности использования «подручных» средств механизации при производстве не профильных работ.

Основываясь на многочисленных трудах специалистов в лесохозяйственной техники, можно смело сказать, что основная задача при эксплуатации лесозаготовительных и лесовозных дорог – это обеспечение скорости движения транспорта.

Особо остро данная проблема стоит на дорогах без искусственного покрытия на почвенно-растительных слоях. Скорость движения транспорта находится в прямой зависимости от видов грунтов, их влажности и наличия растительного покрова.

Согласно проведенным исследованиям давление колеса на лесной грунт имеет практически прямую зависимость. Так в работе «Теоретическое исследование влияния боги-трека на колесобразование и проходимость колесных форвардеров» под ред. Г.В. Григорьева, А.Ю. Мануковского, И.Н. Дмитриева, А.М. Хахина, Е.В. Котенева четко отображено, что в зависимости от влажности грунтов давление на свежий лесной грунт на 49 % меньше, чем на переувлажненный.

Ниже представлены графики зависимости давления колеса форвардера на грунты в зависимости от их влажности.

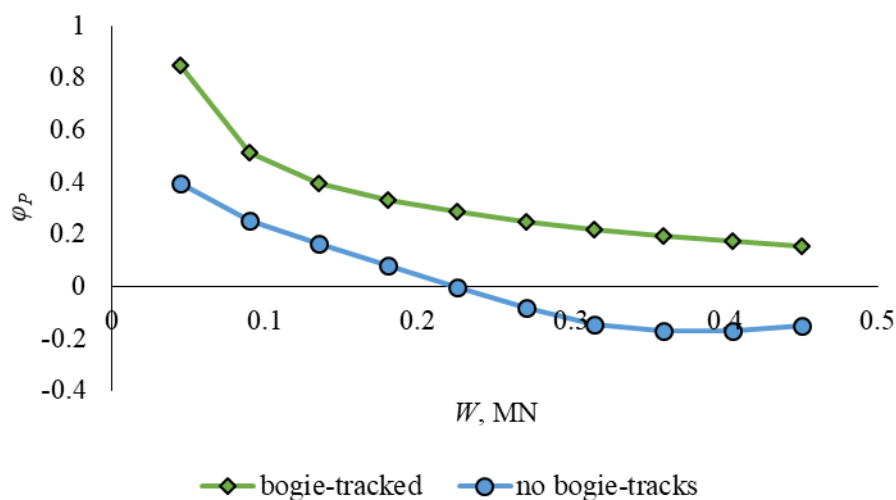


Рисунок 1. Оценочный коэффициент тягового усилия сцепления боги-гусеничного колесного форвардера (влажная лесная почва)

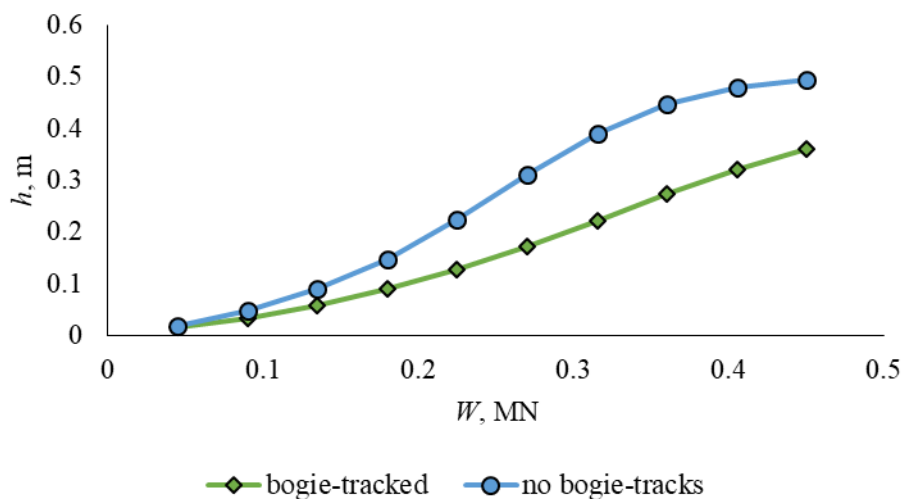


Рисунок 2. Оценочная глубина колеи, образованной внедорожником с колесами на боги (мокрая лесная почва)

Для внедорожника с колесами массой от 0,05 МН (5 т) до 0,45 МН (45 т), оснащенного гусеничными боги, наблюдается меньшее давление на грунт, что ведет к меньшей глубине колеи. Кроме того, оценка коэффициента сцепного усилия увеличивается из-за увеличения длины контактной площади. Критерий проходимости (1) соответствует всему спектру массы загруженных внедорожников на боги. Согласно результатам расчетов, эффективность гусеничных беговых механизмов зависит от состояния лесной почвы. Для внедорожников, работающих на очень мокрых лесных почвах ($p_s = 0,044$ МПа), использование беговых механизмов снижает давление на грунт на 42 % в среднем и глубину колеи на 28 % в среднем, в то время как коэффициент сцепного усилия увеличивается на 0,37 в абсолютных значениях. На мокрых лесных почвах ($p_s = 0,077$ МПа) давление на грунт снижается в среднем на 45 %, глубина колеи снижается в среднем на 35 %, в то время как коэффициент сцепного усилия увеличивается на 0,32 в абсолютных значениях. На свежих лесных почвах ($p_s = 0,11$ МПа) давление на грунт снижается на 49 % в среднем и глубина колеи уменьшается на 38 % в среднем, в то время как коэффициент сцепного усилия увеличивается на 0,27 в абсолютных значениях.



Рисунок 3. Пример неукрепленного проезда с переувлажненным грунтом при незначительной интенсивности движения лесозаготовительного транспорта



Рисунок 4. Пример неукрепленного проезда с переувлажненным грунтом при незначительной интенсивности движения лесозаготовительного транспорта

Учитывая потребности в приведении влажности лесных почв к оптимальной влажности, предлагаем рассмотреть технологию стабилизации лесных грунтов неорганическими вяжущими

Технология укрепления грунта предполагает использование двух вариантов проведения работ:

- смешивание извлеченного грунта в специальных установках с последующим его вывозом обратно на объект и укладкой
- смешивание грунта с вяжущим непосредственно «на дороге» при глубине перемешивания от 20 до 40 см с последующими профилированием и уплотнением катками.

За частую полоса земельного участка для производства работ по строительству лесовозных дорог не позволяет выделять достаточные площадки под нужды складирования и дальнейшего смешивания грунта в установках.

Значительное распространение получила метод смешивания грунта «на дороге».

Современный уровень механизации позволяет проводить работы по смешиванию «на дороге» практически в любых условиях и использовать одновременно несколько компонентов как в порошкообразном, так и в жидком виде. В случае стесненных условий или вследствие особенностей грунта, когда проходка тяжелой техники невозможна, используется навесное оборудование как для распределителя вяжущего (спредер), так и для перемешивающей техники (ресайклер).

Наглядно процесс производства работ путем смешивания «на дороге» можно отобразить в виде следующей технологической карты с использованием дорожной фрезы.

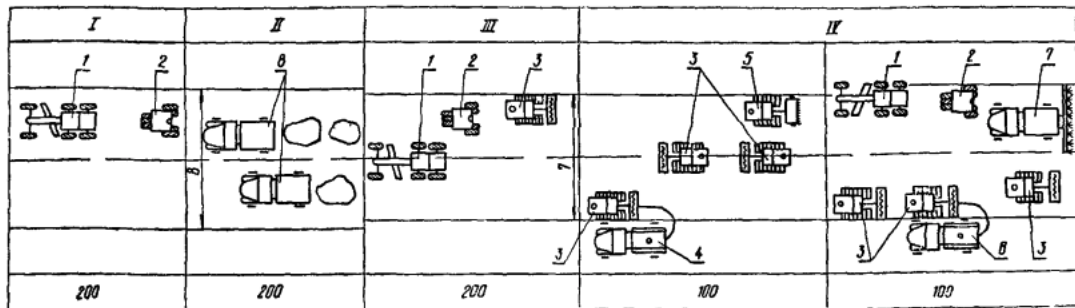


Рисунок 5. I – подготовка верха земляного полотна, II – вывозка грунта, III – подготовка грунта к укреплению вяжущим, IV – укрепление грунта органическими и неорганическими вяжущими, планировка и уплотнение смеси, уход за готовым основанием

Переходя к теме статьи, можно смело за пример унификации взять фрезы лесные и машины для поверхностной обработке почв.

Фрезы производят наиболее качественное рыхление почвы с измельчением дернины с одновременным ее перемешиванием. Рабочим органом почвообрабатывающих фрез является фрезерный барабан (ротор) с установленными на нем режущими элементами.

Различают фрезы с прямым и обратным вращением фрезерного барабана. При прямом вращении отрезание почвенной стружки происходит сверху вниз, а при обратном вращении – снизу вверх.

В зависимости от назначения и условий применения фрезерные рабочие органы имеют различные по форме и размерам режущие элементы.

Для обработки на глубину до 12-15 см малозадернелой почвы с наличием небольшого кустарника (поросли) и корней применяют прямые пластинчатые ножи, которые характеризуются небольшой энергоемкостью при резании почвы. Изогнутые Г-образные ножи предназначены для обработки средне- и сильнозадернелых почв с наличием порубочных остатков и корневищ, а также для разделки пластов после вспашки кустарниково-болотными плугами. Для рыхления минеральных почв, а также для обработки почв с каменистыми включениями применяют рыхлящие долота.

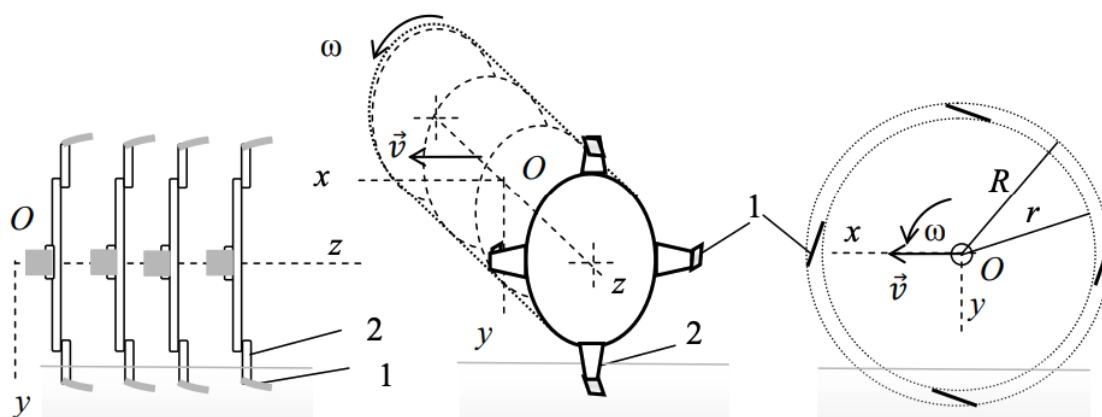


Рисунок 6. Барабан фрезы с ножами 1 и боковинами с режущими кромками 2

Для обработки торфяных и минеральных почв с древесными включениями используют чашечные, тарельчатые и дисковые ножи.

Одним из преимуществ тарельчатых и дисковых ножей является то, что при износе одной части лезвий их можно повернуть другой частью.

Для обработки почвы фрезерованием разработаны специальные лесные фрезы ФЛУ-0,8, ФЛШ-1,2, МЛФ-0,8, МФ-0,9, ФП-1,3, ФПП-1 и др.

Для глубокого фрезерования выпускается фреза МТП-42А, а для фрезерования торфяников – ФБН-1,5 и ФБН-2,0.

Технология применения лесных фрез не отличается от их прямого назначения.

При вновь строящихся лесовозных дорогах технология производства работ будет следующая.

Подготовительный период включает в себя создание просеки, освобождение полосы под лесовозную дорогу методом рубки кустарника и корчевки пней. Свободную от растительности и спланированную полосу подготавливают под звено для внесения вяжущего материала.

Перед лесной фрезой пускается механизированный транспорт с распределением вяжущего материала.

В качестве вяжущего материала для понижения влажности широко применяется негашеная известь (CaO) в объеме от 3 до 5% от объема грунта требующего модификации.

Процесс взаимодействия с водой в лесном грунте создает кристаллическую структуру на основе гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})$ с бурным выделением тепла и испарением излишков воды.

Получившийся материал обеспечит необходимый водотепловой режим (модифицирует существующий грунт) и укрепит за счет формирования кристаллической структуры.

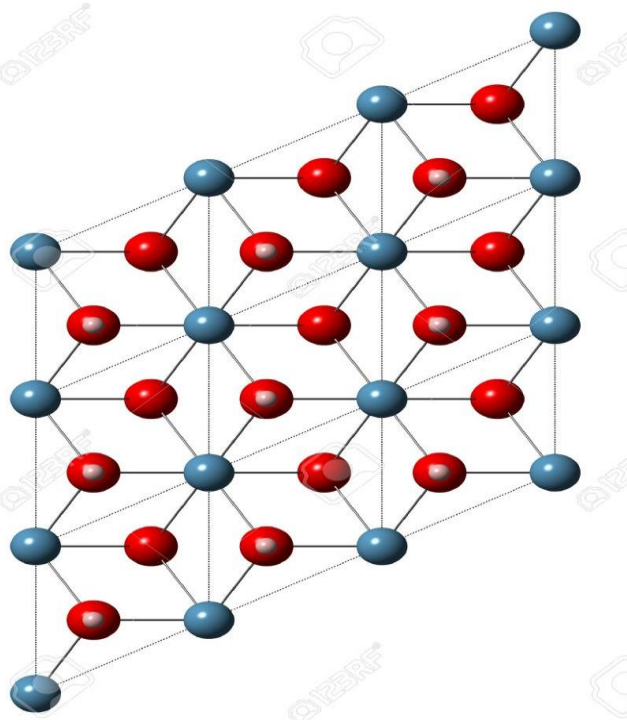


Рисунок 7. Кристаллическая структура гидроксида кальция

Лесная фреза обеспечит перемешивание грунта на глубину от 20 до 30 см с распределением вяжущего материала на требуемую глубину.

Движение транспорта в виде форвардеров по следам фрезы позволяет выполнить необходимое уплотнение модифицированного грунта.

На основании методики моделирования и расчета нежестких дорожных одежд ПНСТ 542-2021 можно сделать предварительный анализ повышения модуля упругости грунта. В качестве сравнения можно принять суглинистый легкопластичный пылеватый грунт. В естественном состоянии и оптимальной влажности ($W=0,50$) модуль упругости составит 108 МПа. При переувлажнении ($W=0,8$) модуль упругости грунта составит менее 30 МПа.

Таким образом, возвращаясь к ранее представленным опытам по давлению колеса форвардера на лесной грунт, задача создание оптимальной влажности лесных почв для повышения скорости движения лесной техники с использованием звена имеющейся

техники в лесозаготовительном хозяйстве решается без привлечения значительных ресурсов.



Рисунок 8. Пример укрепленного неорганическим вяжущим проезда при незначительной интенсивности движения лесозаготовительного транспорта

Подводя итоги данной статьи, можно уверенно утверждать, что в дорожно-строительной отрасли на объектах лесных дорог имеется возможность значительного повышения доступа к местам производства работ и снизить затраты по строительству лесовозных дорог с искусственным покрытием.

При увеличении интенсивности и переводе лесовозных дорог, модифицированный грунт можно использовать в качестве основания для капитальных конструкций искусственных покрытий.

В научной среде глубоко прорабатывается вопрос увеличения мобильности и скорости движения лесозаготовительной техники на различных видах грунта с разной степени его увлажнения. Использование неорганических вяжущих материалов обеспечит как модификацию (понижение влажности) местного грунта лесных дорог, так и его укрепление для пропуска более тяжелой и производительной техники (например, на лесозаготовительные деянки).

Список литературы

1. СП 288.1325800.2016 Дороги лесовозные. Правила проектирования и строительства. - ЗАО «ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ».
2. Фокин С. В. Математическое моделирование при проектировании лесных машин : краткий курс лекций для аспирантов 2 курса направления подготовки 35.06.04 Технологии и средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и

рыбном хозяйстве / С. В. Фокин ; ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 51 с.

3. ВСН 166-70 «Технические указания по возведению земляного полотна автомобильных дорог из переувлажненных грунтов».

4. Теоретическое исследование влияния боги-трека на колеобразование и проходимость колесных форвардеров / под ред. Г. В. Григорьева, А. Ю. Мануковского, И. Н. Дмитриева, А. М. Хахина, Е. В. Котенева.

References

1. SP 288.1325800.2016 Logging roads. Rules of design and construction. – CJSC PROMTRANSNIIPROEKT.

2. Fokin S.V. Mathematical modeling in the design of forest machines: a short course of lectures for postgraduates of the 2nd year of the training course 35.06.04 Technologies and means of mechanization and energy equipment in agriculture, forestry and fisheries ; Saratov State Agrarian University. – Saratov, 2014. – 51 p.

3. VSN 166-70 "Technical instructions for the construction of the roadbed from waterlogged soils".

4. A theoretical study of the influence of the bogie track on the formation and patency of wheeled forwarders / edited by G.V. Grigoriev, A.Yu. Manukovsky, I.N. Dmitriev, A.M. Khakhin, E.V. Kotenev.