УДК 625.7/.8

М. Т. Насковец, доцент; Р. О. Короленя, магистрант

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕМНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА УЛУЧШЕНИЕ ПРОЕЗЖАЕМОСТИ ЛЕСНЫХ ГРУНТОВЫХ ДОРОГ

In submitted article some methods for increase journey wood earth roads (access roads) are offered on the basis of use of vertical volumetric elements. Experiment with use of one of an offered design is described. The comparative analysis of an offered design which shows efficiency of application is lead.

Под проезжаемостью дороги принято понимать возможность реализации расчетной скорости в данный период времени. На обеспечение расчетной скорости влияет множество факторов, главенствующим из которых является состояние покрытия дороги.

Значительная величина осевой нагрузки лесовозных автопоездов и отсутствие достаточной связи между частицами грунтов (особенно в периоды переувлажнения) приводят к интенсивному колееобразованию в процессе движения. Это особенно характерно для грунтовых дорог. При деформации дороги (образование колей и т. д.) приходится уменьшать полезную нагрузку на подвижной состав вследствие повышения необходимых тяговых усилий, а также ограничивать скорость движения из-за возможности резких сотрясений. С ухудшением состояния дороги и увеличением глубины колей тяговое усилие может возрасти в 2–4 раза.

Проанализировав опыт проектирования, строительства и эксплуатации лесных дорог, можно сделать вывод, что существует множество технических решений, направленных на повышение работоспособности дорожных конструкций. Вместе с тем следует отметить, что недостаточно разработаны подходы к обоснованию применения того или иного способа для конкретных условий эксплуатации.

Как правило, дорожные одежды лесных транспортных путей имеют либо грунтовые покрытия, либо покрытия из гравийных или песчано-гравийных материалов. С точки зрения зависимости от погодно-климатических факторов и воздействия подвижной нагрузки наиболее слабыми являются грунтовые дороги. Нами предлагается несколько направлений увеличения прочностных показателей дорог данного типа.

На лесных дорогах, в основании которых лежат песчаные несвязные и малосвязные грунты, предусматривается введение в дорожную одежду объемных вертикальных элементов типов *а–д*, схемы которых представлены на рис. 1.

За счет того, что в земляное полотно по всей его площади либо площади колеи забивают объемные вертикальные элементы, осуществляется одновременное смещение частиц в вертикальном и горизонтальном направлении без разрушения объемной структуры грунта, что говорит о дополнительном уплотнении. Дополнительное уплотнение происходит за счет уменьшения пористости грунта. В случаях элементов типов *а* вызванное непосредственным внедрением дополнительного объема в грунт; для типов *б–д* – за счет воздействия нормальной и касательной к поверхностям элемента составляющих силы вдавливания. Более того, при дальнейшей эксплуатации покрытия происходит постоянное доуплотнение грунта.

а *б* *в* *г* *д*

Рис. 1. Типы элементов

Процесс возведения происходит следующим образом. Предварительно пропитанные антисептирующим и упрочняющим раствором вертикальные элементы устанавливаются в специальные устройства, обеспечивающие устойчивое вертикальное погружение элементов под воздействием нагрузки, и далее проводится их забивка (заглубление).

Поверх такой одежды устраивают слой износа из гравийных или песчано-гравийных материалов толщиной 3–5 мм.

В качестве вертикальных элементов могут использоваться отходы от производства оцилиндрованной древесины после придания им определенной формы.

Как возможный вариант известного способа возведения дорожной одежды [1] разработан способ повышения прочности грунта за счет устройства дорожной одежды с использованием элементов с клиновидными стенками (рис. 2).

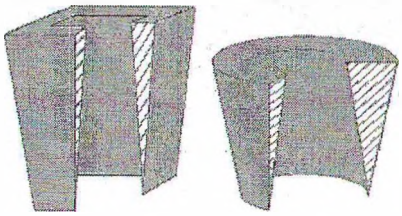

Рис. 2. Элементы с клиновидными стенками

Процесс устройства покрытия по известному способу следующий: на предварительно спрофилированное дорожное полотно насыпают слой супесчаного или песчаного грунта толщиной 8–12 см. Затем на этот слой с частичным погружением по шаблону укладывают элементы, располагая их в шахматном порядке, причем площадь отверстия внутри элемента должна быть равна площади зазора между каждыми четырьмя кольцами. Засыпают тем же грунтом отверстия внутри элементов и все зазоры между ними. После этого уплотняют засыпной грунт внутри колец и между ними трамбовками. Образующиеся при этом выемки засыпают с последующим трамбованием супесчаным или песчаным грунтом, песком, мелким гравием или щебнем. Но, однако, процесс уплотнения грунта внутри элементов и между ними трамбовками трудоемкий, поэтому предлагается уплотнение грунта путем погружения (забивки) элементов с последующим устройством слоя износа.

Суть этого способа заключается в увеличении прочности за счет введения в грунт дополнительных элементов, способствующих сближению частиц без разрушения общей объемной структуры грунта, тем самым дополнительно уплотняя его и препятствуя боковому смещению. В итоге наличие вертикальных элементов, которые располагаются перпендикулярно к поверхности дороги, способствует гашению разрушающих напряжений и армирует дорожную конструкцию по вертикали. Поверх такой одежды устраивают слой износа из гравийных или песчано-гравийных материалов толщиной 5–15 мм.

Авторами были проведены исследования одного из предлагаемых способов с использованием элементов типа *а*.

На грунтовом канале устраивалась колея шириной 0,8 м. Глубина колеи равна 0,25 м. Установка мессдоз проводится согласно рис. 3.

Причем при закладке мессдоз постоянно контролировалось уплотнение грунта. Наконечник ударника Союздорнии погружается на глубину 10 см при 8 ударах гири. Модуль упругости равен $E_y = 40{,}3$ МПа.

Исходя из числа ударов ударника Союздорнии, категория грунта по трудности разработки – II. Грунт – песок мелкий; влажность – 12,8%.

После закладки мессдоз колея с помощь вальца укатывается до требуемого модуля упругости. Затем на дно колеи засыпается грунт 2 слоями на высоту 25 см с уплотнением вальцом до достижения плотности грунта 1,45 г/см^3. Плотность грунта контролируется режущим кольцом. После этого в грунт забиваются 18 заранее подготовленных кольев диаметром 40 мм, длиной – 25 см.

Забивка кольев в грунт проводилась виброплитой.

После забивки кольев осуществлялась подсыпку грунта на высоту 2 см с последующим уплотнением покрытия 50 проходов по одному следу.

Эксперимент заключался в периодическом наезде экспериментальной тележкой с массой 3050 кг. После 4, 8, 12, 20, 40, 60 проходов фиксировали данные о вертикальных напряжениях на дисплее монитора и при помощи программы CatMan (в которую уже внесены данные тарировки) получали данные о напряжениях (МПа), возникающих в грунте, а также при помощи линейки определяли глубину колеи.

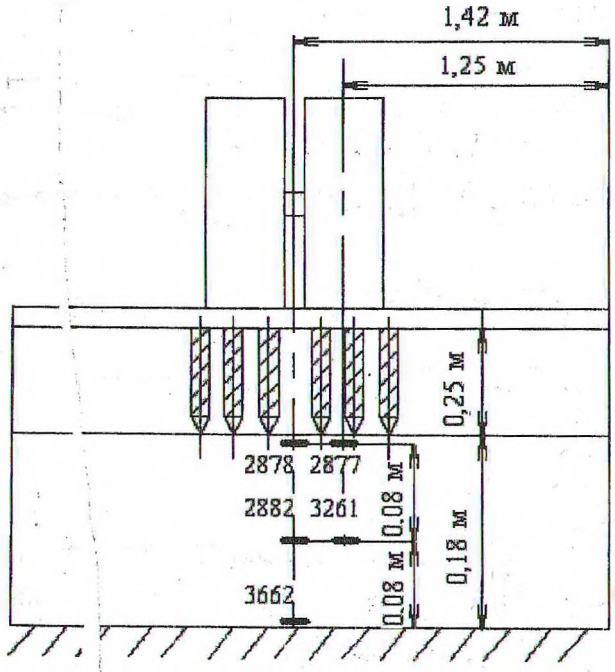

Рис. 3. Схема размещения мессдоз

По полученным максимальным вертикальным напряжениям строим для каждой мессдозы зависимости максимальных напряжений от числа проходов (рис. 4).

Для сравнения полученных результатов был проведен аналогичный опыт, но уже без элементов.

Методика подготовки покрытия аналогична описанной выше. По полученным данным строим графики зависимости максимальных вертикальных напряжений в грунте без элементов (рис. 5).

По измеренным данным построены графики зависимости глубины колеи от количества проходов тележки (рис. 6).

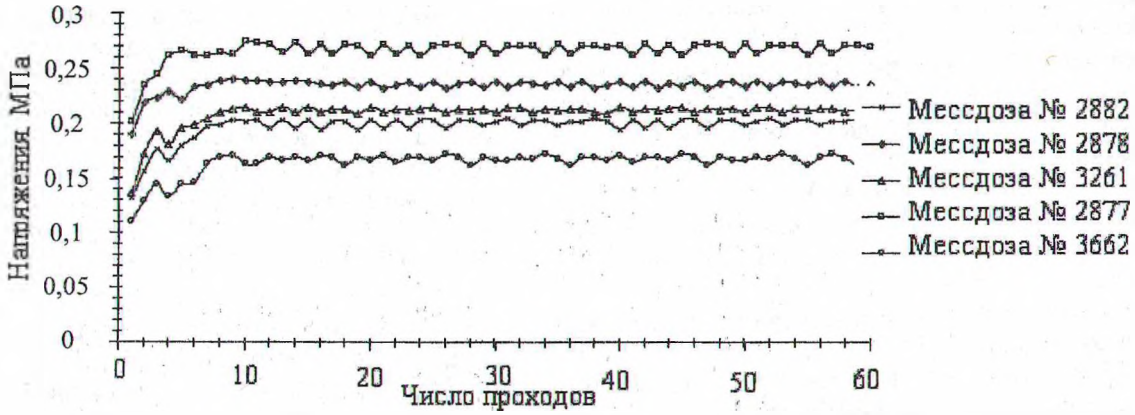

Рис. 4. Динамика изменения максимальных вертикальных напряжений с элементами в покрытии

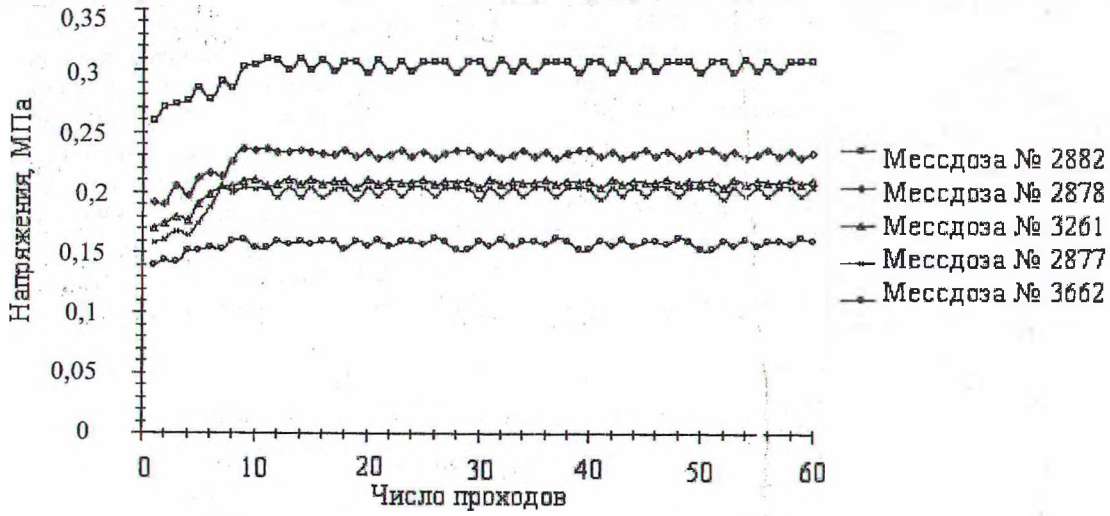

Рис. 5. Динамика изменения максимальных вертикальных напряжений без элементов

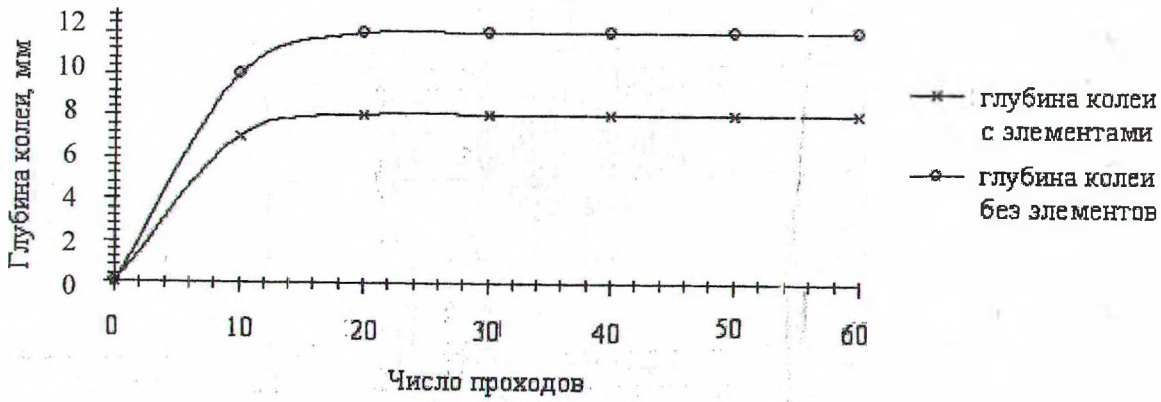

Рис. 6. Динамика изменения глубины колеи

Анализируя графики рис. 4 и 5, можно заметить, что средние значения максимальных вертикальных напряжений будут составлять:

– для грунта с элементами:
мессдоза № 2877 – 0,26 МПа;
мессдоза № 2878 – 0,23 МПа;
мессдоза № 3268 – 0,21 МПа;
мессдоза № 2882 – 0,20 МПа;
мессдоза № 3662 – 0,15 МПа.

– для грунта без элементов:
мессдоза № 2877 – 0,34 МПа;
мессдоза № 2878 – 0,26 МПа;
мессдоза № 3268 – 0,22 МПа;
мессдоза № 2882 – 0,21 МПа;
мессдоза № 3662 – 0,16 МПа.

Эти данные говорят о том, что при введении элементов типа *а* вертикальные максимальные напряжения уменьшились на 23,5%.

Анализ графиков зависимости изменения глубины колеи от числа проходов (рис. 6) показывает, что при 60 проходах средняя установившаяся глубина колеи равна: при введении элементов – 8,1 см, а без элементов – 12,25 см. Таким образом, при введении в грунт элементов типа *а* уменьшение глубины колеи составляет 33,9%.

Следовательно, можно сделать вывод о том, что введением в грунт дополнительных вертикальных элементов мы можем добиться повышения прочности грунтовых оснований и покрытий, а тем самым повысить расчетную скорость движения лесовозного транспорта.

Предлагаемые способы улучшения проезжаемости лесотранспортных путей позволяют увеличить несущую способность дорожных конструкций, которая с течением времени повышается за счет погружения элементов под действием вертикальных нагрузок от проезжающего транспорта и уплотнения в результате этого грунта внутри элементов и между ними, стабилизировать дорожное основание и снизить колееобразование грунтовых покрытий.

Литература

1. А. с. СССР № 859525, кл. Е 01 С 5/00, 9/00. Дорожная одежда; Заявл. 03.08.81; Бюл. № 32 // Открытия. Изобретения. – 1981. № 32. – С. 25.