

УДК 625.089.42

И. И. Тумашик, кандидат технических наук, доцент, заместитель декана (БГТУ);
Н. П. Вырко, доктор технических наук, профессор (БГТУ)

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛЕСНЫХ ДОРОГ, УСТРОЕННЫХ НА НЕСВЯЗНЫХ ГРУНТАХ

В статье проведен анализ совокупности способов увеличения несущей способности и про-
езжаемости лесных автомобильных дорог. Рассмотрены способы применения геосинтетических
материалов, устройства гравийных и щебеночных покрытий, поверхностной обработки и про-
питки, указаны достоинства и недостатки данных способов.

The analysis of a set of methods to increase the carrying capacity forest automobile roads. The
methods of application of geosynthetic materials, devices, gravel and crushed stone coating, surface
treatment and impregnation, are the advantages and disadvantages of these methods.

Введение. Состояние лесозаготовительного
производства в республике обязывает более ра-
ционально и тщательно решать дорожно-тран-
спортные задачи. В первую очередь это касается
повышения несущей способности лесных авто-
дорог и, как следствие, повышения прочности и
устойчивости дорожной конструкции в целом.

Опорная сеть дорог, которая обеспечивает
круглогодичную вывозку древесины, за послед-
ние годы расширилась. Несмотря на это, суще-
ствует проблема движения тяжелых лесовоз-
ных автопоездов по лесным дорогам. Часто до-
роги приходится сооружать в самых неблаго-
приятных условиях: на участках с низкой не-
сущей способностью, обусловленной легким
механическим составом грунтов; склонностью
к пучинообразованию; неудовлетворительной
водопроницаемостью и наличием избыточной
влаги в естественном состоянии.

Строительство лесных дорог на слабых
грунтах сопряжено с большими трудностями,
поэтому для повышения прочности и устойчи-
вости применяются различные инженерные
решения: укрепление скелетными добавками и
минеральными вяжущими, использование раз-
личного вида геосинтетических материалов
(полотен, геосеток, георешеток, геомембран),
устройство свайных полей (на высоких насы-
пях) и т. п. [1].

Дорожное покрытие подвергается система-
тическому воздействию колес автомобилей. От
типа и состояния дорожного покрытия зависят
важнейшие показатели работы автомобильного
транспорта, скорость движения, расход мощно-
сти автомобиля, износ шин, амортизация транс-
портных средств. Наиболее значительное влия-
ние на стоимость перевозок оказывают скорость
движения и расход мощности автомобиля.

Основными эксплуатационными показате-
лями, определяющими несущую способность
дороги, являются прочность и ровность покры-
тия. Прочность дорожной одежды характеризу-
ется модулем упругости, определяющим сопро-

тивление материалов дорожной одежды внеш-
ним нагрузкам. Требуемый модуль упругости
дорожной одежды должен обеспечивать доста-
точный запас прочности с учетом возможности
роста интенсивности движения. Его устанавли-
вают в зависимости от категории дороги.

Ровность покрытия оказывает влияние на
показатели, характеризующие условия движе-
ния автомобилей. Одна из важных проблем по-
вышения производительности автомобильного
транспорта – повышение скорости движения.
Среди многих факторов, от которых зависит
увеличение скорости движения, существенным
является именно ровность покрытия.

Основная часть. *Геосинтетические мате-
риалы.* Использование геосинтетических мате-
риалов представляет собой один из наиболее
эффективных методов по увеличению несущей
способности насыпей на слабых основаниях, в
которых механические свойства грунтов не мо-
гут обеспечить необходимого уровня устойчи-
вости и несущей способности.

При конструировании земляного полотна
геосинтетические материалы используются для
достижения равномерности осадки, поглоще-
ния нагружающих усилий и часто также в це-
лях уменьшения расхода дорогих инертных ма-
териалов. Геосинтетические материалы (и пре-
жде всего георешетки) формируют базовый
композит с гранулированным материалом, бла-
годаря внутреннему сцеплению, действие кото-
рого эффективно именно в несвязных грунтах и
даже в грунтах, образованных торфами и мяг-
кими илами. Основные преимущества от ис-
пользования геосинтетических материалов при
строительстве лесных дорог:

- возможность сооружения оснований на
грунтах с низкой несущей способностью;
- армирование всех видов насыпей, устро-
енных на свайных основаниях;
- снижение деформаций в теле насыпи;
- разделение слоев инертных материалов в
теле насыпи;

– возможность использования грунтов низкого качества;

– достижение требуемых высоких скоростей на автомобильных дорогах.

Укрепление добавками. Для улучшения проходимости грунтовые дороги укрепляют добавками. Наблюдения показывают, что несвязные грунты, обладающие крупнозернистым скелетом с содержанием крупнопесчаных и гравийных частиц 45–75% и глинистых – 6–12% (оптимальный состав), не размокают и не теряют своей несущей способности даже при значительном увлажнении.

Если естественный грунт проезжей части дороги по своему составу отличается от оптимальной смеси, к нему добавляют недостающие частицы и доводят до оптимального состава. При введении добавок в естественный грунт должно быть обеспечено хорошее перемешивание, тщательное профилирование и уплотнение. Грунтовые дороги улучшают на всю ширину земляного полотна. Толщина улучшенного слоя назначается 15–35 см с поперечным уклоном 3–4%.

Улучшенные грунтовые дороги хорошо сохраняют профиль и обеспечивают проезд при небольшой интенсивности движения (до 50 автомобилей в сутки). При более интенсивном движении поверхность дороги деформируется и требует усиленных работ по профилированию покрытия. Более надежно повысить водоустойчивость грунтов и их связность можно введением добавок минеральных (цемента, извести) и органических (битумов, дегтей) вяжущих материалов. Наиболее пригодны для обработки добавками вяжущих материалов супесчаные грунты и грунты оптимального гранулометрического состава. Обработанные добавками грунты становятся устойчивыми, и их применяют для устройства покрытий при движении автомобилей большой грузоподъемности (лесовозов).

Гравийные покрытия. Гравийные покрытия устраивают серповидного или полукорытного профиля непосредственно на земляном полотне или на подстилающем слое из песка. Толщину гравийного покрытия в зависимости от условий движения назначают 8–16 см однослойного и 25–30 см двухслойного. Для нижнего слоя возможно применение смесей с крупностью зерен до 70 мм, для верхнего – не более 25 мм. Гравийные покрытия относятся к переходному типу, их устраивают на дорогах с интенсивностью движения более 100 авт./сут. В хорошем состоянии гравийное покрытие обеспечивает скорость движения до 60 км/ч.

Щебеночные покрытия. Для устройства щебеночных покрытий применяют искусственно дробленый каменный материал, чаще известняковый, имеющий прочность при сжатии не ниже 60 МПа. Для нижних и средних слоев

щебеночных оснований и покрытий применяют фракционный щебень крупностью 40–70 и 70–120 мм; для верхних слоев оснований и покрытий – 40–70 мм; для расклинивания – 5–10, 10–20 и 20–40 мм. Щебень слабых пород применяют размером более 70 мм.

Как правило, щебеночное покрытие устраивают в корытном профиле в один слой толщиной 10–18 см, а при толщине более 18 см – в два слоя. Для нижнего слоя используют менее прочный щебень. Поверхности покрытия придают поперечный уклон до 3%.

Щебеночное покрытие довольно быстро приобретает предельный износ и малоустойчиво при интенсивном автомобильном движении (на магистралях). Касательные усилия от колес движущегося автомобиля расстраивают связность щебенки, в результате чего покрытие быстро разрушается. Чтобы повысить связность щебенки, водонепроницаемость покрытия и устранить пылимость, щебень обрабатывают битумными и дегтевыми материалами.

Поверхностная обработка. Поверхностную обработку устраивают для создания на покрытии коврика из мелкодробленого каменного материала, обработанного битумом. Такой коврик предохраняет покрытие от износа, повышает шероховатость, ровность и водоустойчивость дорожной одежды. Шероховатую поверхностную обработку устраивают как при строительстве новых одежд, так и при восстановлении шероховатости на изношенной скользкой поверхности существующих покрытий. Устройство поверхностной обработки в первую очередь необходимо предусматривать на следующих участках: спусках, горизонтальных кривых малого радиуса, пересечениях в одном уровне, а также подходах к этим участкам на расстоянии не менее 50–100 м и на других трудных участках дороги.

При одиночной поверхностной обработке тщательно очищают поверхность обрабатываемого покрытия от пыли и грязи, затем автогудронаторами разливают органические вяжущие материалы жидких марок или быстрораспадающиеся эмульсии из расчета 0,5–0,8 л/м², после чего рассыпают мелкие фракции дробленого щебня (размером 3–15, 15–20 мм) кубовидной формы. Щебень уплотняют легкими катками. Окончательное формирование покрытия происходит при движении автомобилей. При двойной поверхностной обработке делают второй розлив вяжущего и вторую россыпь минерального материала с уплотнением его катками.

Второй розлив вяжущего выполняют немедленно после укатки первой россыпи минерального материала или через некоторое время (две-три недели), когда первый слой сформирован и уплотнен движением [2].

Поверхностную обработку можно производить способом укладки мелкозернистой смеси щебня и песка, обработанной битумом в установке. При этом способе на подготовленное основание слоем 2–3 см укладывают готовую смесь в теплом, горячем или холодном состоянии и уплотняют. Для повышения шероховатости на поверхность уплотненного слоя укладывают черный щебень (крупностью 10–15 или 15–20 мм) слоем в одну щебенку, после чего укатывают поверхность слоя 3–4 проходами легкого катка до погружения щебенки в основной слой не более 2/3 своего размера.

Пропитка. При устройстве покрытия по способу пропитки верхний недоуплотненный слой щебня пропитывают битумом или дегтем на глубину 4–8 см, после чего рассыпают более мелкий щебень (клинец) и интенсивно уплотняют его тяжелыми катками. При укатке происходит заклинивание щебенки и остывший вяжущий материал обеспечивает их связность. Для увеличения водонепроницаемости и создания коврика износа верх слоя пропитки делают поверхностную обработку с россыпью мелкого щебня крупностью 5–10 мм. Покрытия, устроенные по способу пропитки, имеют достаточную прочность, хорошую шероховатость. Недостатком этого типа покрытия является значительный расход битума и неравномерное обволакивание щебенки битумом. Излишки битума приводят к образованию сдвигов, волн и, наоборот, недостаток битума вызывает уменьшение связности щебенки, выпадение их при движении автомобилей и дальнейшее разрушение покрытия. Указанные недостатки в большей степени исключаются при устройстве щебеночных покрытий по способу смешения на дороге.

Смешение минеральных материалов с органическими вяжущими. Покрытия из гравийных и щебеночных материалов, обработанных битумом или дегтем методом смешения, устраивают преимущественно на магистральных дорогах с большой интенсивностью движения. Смешение минеральных материалов с органическими вяжущими возможно непосредственно на дороге или в специальных установках [3]. В первом случае на дорогу вывозят подобранный по гранулометрическому составу гравий или щебень, прочность которого должна соответствовать характеру и интенсивности движения. Наибольшая крупность частиц в составе смеси зависит от толщины укладываемого слоя. Для перемешивания с вяжущим используют дорожные фрезы и дисковые бороны.

После смешения материал автогрейдером равномерно распределяют в пределах ширины проезжей части и профилируют с заданным поперечным уклоном. Уплотняют катками на пневматических шинах или самоходными катками массой 8–10 т. Толщина слоя покрытия,

устроенного по способу смешения на дороге, может быть в пределах от 4,5 до 8 см.

Более эффективно для перемешивания материалов непосредственно на дороге использовать специальные самоходные машины. Такая машина, двигаясь вдоль дороги, перемещает при помощи погрузчика минеральный материал из валика в лопастную мешалку для смешения с вяжущим, а затем готовая смесь распределяется по основанию, профилируется и укатывается. Преимуществом способа смешения на дороге является полная механизация всех процессов производства и использование материалов без подогрева.

Щебеночные и гравийные материалы можно смешивать с вяжущими в стационарных установках. В этом случае подбирают по гранулометрическому составу плотную минеральную смесь с крупностью зерен 0–25, 0–45 или 0–70 мм. Более крупнозернистую смесь укладывают в нижний слой. Обработанные органическим вяжущим щебеночные и гравийные смеси укладывают в горячем, теплом или холодном состоянии. Для приготовления теплых и холодных смесей применяют жидкие вяжущие материалы. Технология работ такая же, как и при устройстве асфальтобетонных покрытий. При смешении минеральных и органических вяжущих материалов в стационарных установках качество перемешивания при меньшем расходе вяжущего значительно лучше и в связи с этим прочность материалов получается выше.

Заключение. Применяя известные способы увеличения несущей способности дорог и комбинируя их, возможно существенно повысить проезжаемость лесных транспортно-технологических путей, снизить процесс колееобразования и в конечном счете уменьшить себестоимость вывозки древесного сырья.

Литература

1. Вырко, Н. П. Способы улучшения несущей способности оснований автомобильных дорог / Н. П. Вырко, М. Т. Насковец, С. В. Ярмолик // Технические вузы – республике: материалы 52-й науч.-техн. конф., Минск, 1997: в 3 ч. / Белорус. гос. политехн. акад. – Минск, 1997. – Ч. 3. – С. 129.
2. Тумашик, И. И. Укрепление грунтовых лесотранспортных путей комбинированным вяжущим / И. И. Тумашик // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2007. – Вып. XV. – С. 88–91.
3. Тумашик, И. И. Повышение несущей способности грунтовых дорог устроенных на связных грунтах / И. И. Тумашик // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 2004. – Могилев, 2004. – С. 197–198.

Поступила 21.02.2013