

УДК 630.383

ПРОХОДИМОСТЬ КОМПЛЕКСНЫХ ТРЕЛЕВОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА ТРЕЛЕВОЧНЫХ ВОЛОКАХ

А.В. СКРЫПНИКОВ, *проф. ВГУИТ, д-р техн. наук*⁽¹⁾,
В.Г. КОЗЛОВ, *доц. Воронежского ГАУ, канд. техн. наук*⁽²⁾,
Е.В. КОНДРАШОВА, *проф. Воронежского ГАУ, д-р техн. наук*⁽²⁾,
А.Ю. АРУТЮНЯН, *асп. УГТУ*⁽³⁾

skrypnikovvsafe@mail.ru

⁽¹⁾ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
394016, г. Воронеж, проспект Революции, 19

⁽²⁾ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»,
394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1

⁽³⁾ ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», 169400, Республика Коми, г. Ухта, ул.
Первомайская, д. 13

Цель исследования – получить зависимости, характеризующие влияние физико-механических свойств грунта и его состояния (влажности) на величину сцепления ведущих колес машин с ездовой поверхностью и позволяющие установить оптимальные значения среднего удельного давления колеса трелевочно-транспортной системы, диаметра колеса и, следовательно, величины pD , характеризующей воздействие системы на ездovou поверхность, а также минимальный радиус проходимости и другие характеристики. Объект исследования – лесотранспортный процесс. При оценке проходимости машины рассмотрена система машина–грунтовая поверхность. Описаны ограничения проходимости комплексных трелевочно-транспортных систем. Рассчитано оптимальное значение удельного давления на ездovou поверхность, позволяющее определить основные параметры комплексных трелевочно-транспортных систем, при которых можно получить наибольшую величину удельной свободной силы тяги на каждый квадратный сантиметр опорной поверхности. Определено добавочное протяжение на единицу пути, необходимое для обхода препятствий в виде крупных пней высотой, превышающей дорожный просвет, валунов. Установлено, что пригодность трелевочных волоков для движения лесовозных автопоездов, как с грузом, так и без груза, с неэксплуатационными скоростями зависит, в основном, от наличия на ездовой поверхности неровностей различного вида, в том числе пороговых, то есть с отвесными или близкими к этому стенками, расположенными выше уровня ездовой поверхности; колеи и рытвин, образовавшихся при движении колесных машин; рода грунта на поверхности волока и его влажности. Установлено, что металлические свойства грунтов, слагающих ездovou поверхность, определяются зерновым составом почв и грунтов, их влажностью и плотностью, а также наличием или отсутствием дернового покрова. Рассчитана величина средневзвешенного удельного сопротивления движению комплексных трелевочно-транспортных систем с грузом, с учетом влияния пороговых неровностей.

Ключевые слова: трелевочный волок, колесная машина, опорная поверхность, сопротивление движению, грунтовая поверхность.

Проходимость комплексных трелевочно-транспортных систем (КТТС) ограничивается [1, 2] особенностями конструкции ходовой части, величиной массы и ее распределением на опорные части, путевыми условиями или, при работе без дорог, особенностями местности и другими природными факторами. В первую очередь

- 1) почвенно-грунтовыми условиями;
- 2) рельефом местности;
- 3) наличием естественных непреодолимых препятствий.

С учетом этого при оценке проходимости машины следует рассматривать систему машина–естественная (грунтовая) ездговая поверхность.

Цель исследования – получить зависимости, характеризующие влияние физико-

механических свойств грунта и его состояния (влажности) на величину сцепления ведущих колес машин с ездовой поверхностью и позволяющие установить оптимальные значения среднего удельного давления колеса трелевочно-транспортной системы, диаметра колеса и, следовательно, величины pD , характеризующей воздействие системы на ездovou поверхность, а также минимальный радиус проходимости и другие характеристики.

Объект исследования – лесотранспортный процесс.

Взаимодействие системы «машина–грунтовая поверхность» описывается уравнением

$$F_{\text{изб}} = F_{\text{сц}} - W_{\text{пол}}, \quad (1)$$

где $F_{\text{изб}}$ – избыточная (свободная) сила тяги, которая может быть использована на преодоление уклонов и перевозку

сортиментов, H – максимальная сила тяги (по сцеплению), H – сопротивление движению машины (Н/т), величину которого можно принять равной

$$W_{\text{пол}} = kb \frac{h^{\mu+1}}{\mu+1}. \quad (2)$$

Величина h , в свою очередь,

$$h = \left(\frac{p}{k} \right)^{\frac{1}{\mu}}. \quad (3)$$

Таким образом,

$$F_{\text{изб}} = \omega c + 1000gm_o \text{tg}\varphi - \frac{kb \left(\frac{p}{k} \right)^{\frac{1}{\mu}}}{\mu+1}. \quad (4)$$

Разделив $F_{\text{изб}}$ на ω получим

$$\Delta = \frac{F_{\text{изб}}}{\omega} = c + p \text{tg}\varphi - \frac{p^{\frac{\mu+1}{\mu}}}{l(\mu+1)k^{\frac{1}{\mu}}}, \quad (5)$$

где l – суммарная длина отпечатков колес КТТС, м.

В формуле (5) величина Δ зависит от удельного давления колеса – p .

Отношение $\Delta:p$ в известной мере характеризует конструкцию машин и ее пригодность для данной ездовой поверхности. Оптимальное значение $\Delta:p$ может быть получено дифференцированием выражения (5).

Однако в правой части (5) имеется величина l , зависящая от p . Ее можно найти из равенства

$$\omega = n\varepsilon l^2,$$

где ε – отношение средней ширины следа к его длине;

n – количество колес у КТТС.

В то же время

$$\omega = 1000mg/p, \quad (6)$$

где m – масса КТТС, т.

С учетом этого

$$l = \left(\frac{1000gm}{n\varepsilon p} \right)^{1/2}.$$

Таким образом

$$\Delta = c + p \text{tg}\varphi - \frac{p^{\frac{3\mu+2}{2\mu}}}{(\mu+1)k^{\frac{1}{\mu}} \left(\frac{n\varepsilon}{1000gm} \right)^{1/2}}. \quad (7)$$

Дифференцируя, будем иметь

$$\frac{d\Delta}{dp} = \text{tg}\varphi - \frac{(3\mu+2)p^{\frac{\mu+2}{2\mu}}}{2\mu(\mu+1)k^{1/\mu}} \left(\frac{n\varepsilon}{1000gm} \right)^{1/2}.$$

Приравняв $d\Delta / dp = 0$, получим

$$p_{\text{опт}} = \left[\frac{2\mu(\mu+1)k^{1/\mu} \text{tg}\varphi \left(\frac{1000gm}{n\varepsilon} \right)^{1/2}}{3\mu+2} \right]^{\frac{2\mu}{\mu+2}}, \quad (8)$$

где c – сцепление, Н/см²;

k – коэффициент, характеризующий физико-механические свойства грунта;

μ – коэффициент, характеризующий состояние грунта;

φ – угол внутреннего трения грунта.

Приняв $n = 4$ м и $\mu = 0,5$, будем иметь

$$p_{\text{опт}} = 0,7 \text{tg}^{\frac{1}{2,5}} \varphi \left(\frac{250gm}{\varepsilon} \right)^{1/5} c^{0,8}. \quad (9)$$

Например, при

$$\text{tg}\varphi = 0,36, m = 8 \text{ т}; k = 7;$$

$$\varepsilon = 1: p_{\text{опт}} = 0,7 \times 0,87 \times 7,34 \times 4,7 = 16 \text{ Н/см}^2.$$

Зная оптимальное значение удельного давления на ездовую поверхность, можно определить основные параметры КТТС, при которых можно получать наибольшую величину удельной свободной силы тяги на каждый квадратный сантиметр опорной поверхности [3–5].

При $c = 1,5$ Н/см² будем иметь по формуле (7), что

$$\Delta = 1,5 + 16 \cdot 0,36 - \frac{16}{1,5 \cdot 7^2} \left(\frac{4}{1000 \cdot 9,81 \cdot 8} \right)^{1/2} =$$

$$= 1,5 + 5,75 - \frac{13000}{73,5} \cdot \frac{2}{280} =$$

$$= 1,5 + 5,75 - 1,31 = 5,94 \text{ Н/см}^2.$$

Величина опорной поверхности (суммарной площади всех отпечатков колес) равна

$$\omega = \frac{1000gm}{p} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 8}{16} = 4900 \text{ см}^2,$$

а свободная сила тяги по сцеплению

$$F_{\text{изб}} = 4900 \cdot 5,94 = 29100 \text{ Н}.$$

Соответственно касательная сила тяги у такой машины должна быть равна [3–5]

$$F_{\text{си}} = c\omega + 1000g \cdot m \cdot \text{tg}\varphi =$$

$$= 1,5 \cdot 4900 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 8 \cdot 0,36 = 36150$$

Сопротивление КТТС самопередвижению определится $W_{\text{кол}} = 36150 - 29100 = 7050$ Н, а удельное сопротивление движению

$$W_{\text{уд}} = \frac{7050}{8} = 880 \text{ Н/т}.$$

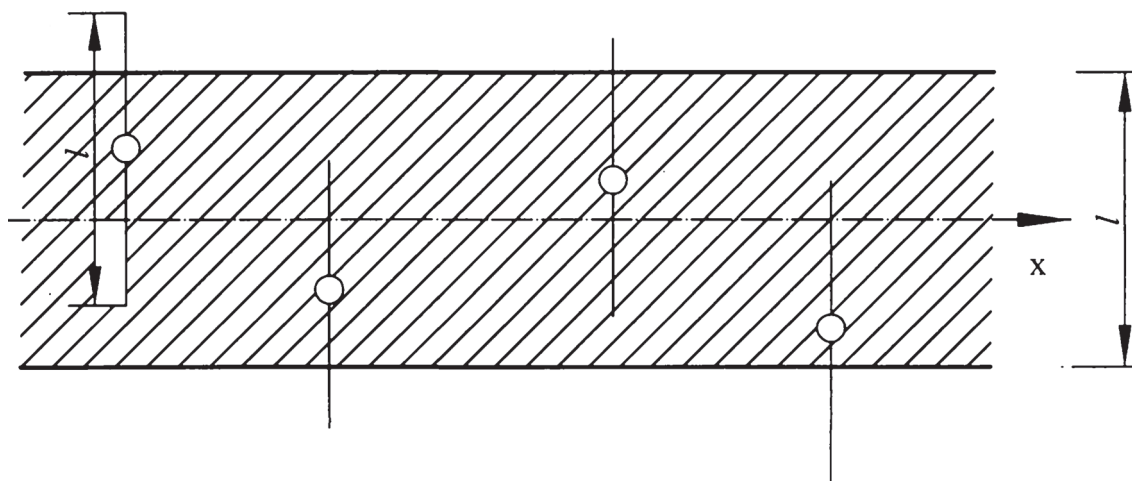


Рисунок. Расчетная схема для определения снижения скорости движения КТТС при обходе непреодолимых препятствий (деревьев)

Figure. Design scheme for the determination of reducing speed when crawling KTTS insurmountable obstacles (trees)

Коэффициент сцепления

$$\varphi = \frac{36150}{1000 \cdot 9,81 \cdot 8} = 0,46.$$

Изложенная ниже методика позволяет подойти и к определению неизвестного показателя pD для КТТС

Диаметр эквивалентного круга

$$D = \sqrt{\frac{4\omega}{n\pi}} = \sqrt{\frac{4900 \cdot 4}{4 \cdot 3,14}} = 39,5 \text{ см.}$$

Таким образом, оптимальное значение

$$pD = 16 \cdot 39,5 = 630 \text{ Н/см.}$$

Задаваясь предельной величиной вертикальной деформации колеса, можно определить диаметр колеса КТТС. Пользуясь известной формулой Хедекеля, можно написать

$$\omega_1 = \pi p \sqrt{D_k B_k}, \quad (10)$$

где ω_1 – площадь следа одного колеса, см^2 ;

h – вертикальная деформация шины колеса, см ;

D_k – диаметр колеса, см ;

B_k – ширина беговой дорожки (0,85–0,9 ширины профиля шин), см .

В то же время

$$\omega_1 = \frac{1000gm}{np}. \quad (11)$$

У трелевочных тракторов величина h , зависящая от D_k , колеблется в узких пределах и может быть принята равной $h = a D_k$, где $a = 0,04 \dots 0,048$.

Имея это в виду и приравняв друг другу правые части равенств (10) и (11), можно получить

$$D_k = 215 \sqrt{\frac{m^2}{n^2 a^2 p^2 B_k}}. \quad (12)$$

При $m = 8 \text{ т}$; $n=4$; $a=0,042$; $h=16 \text{ Н/см}^2$ и $B_k = 45 \text{ см}$ получим

$$D_k = 215 \sqrt{\frac{8^2}{4^2 \cdot 0,042^2 \cdot 16^2 \cdot 45}} = 126 \text{ см.}$$

Снижение скоростей движения КТТС при обходе непреодолимых препятствий

На трелевочном волоке такими препятствиями могут быть крупные пни высотой, превышающей дорожный просвет, валуны и т. п. При выборочных рубках непреодолимыми препятствиями являются стоящие деревья.

Решение рассматриваемой задачи заключается в определении добавочного протяжения на единицу пути, необходимого для обхода препятствия. Отношение рабочей скорости к действительной принимается равным [6, 7]

$$a = \frac{v_{\text{раб}}}{v_{\text{доб}}} = \frac{1}{1+Z}, \quad (13)$$

где Z – добавочная длина пути, м .

Предположим, что на пути движения КТТС в пределах волока имеются препятствия в виде стенок длиной S , расположенные перпендикулярно движению и случайно расположенные (рисунок).

При движении по направлению «х» КТТС будет обходить препятствия, количество которых будет в среднем равно числу N на 1 м^2 . При ширине волока l максимальный путь обгона будет равен lN [8–10]. При встрече с препятствием машина должна пройти путь $l/2 - S$ для обхода препятствия, чтобы затем продолжать путь в заданном направлении (здесь S – расстояние от середины стенки до точки упора машины в препятствие).

Средний добавочный пробег на одну стенку составит

$$b = \frac{2}{l} \int_0^{l/2} \left(\frac{l}{2} - S \right) dS = \frac{1}{4},$$

а средний добавочный пробег на 1 км

$$L = lN \frac{1}{4} = \frac{Nl^2}{4}. \quad (14)$$

Необходимо отметить, что снижение времени хода КТТС практически, в основном, определяется не только удлинением пути, но и уменьшением скорости во избежание столкновения с препятствием, что можно учесть коэффициентом $K_{\text{сн}}$.

Таким образом

$$a = \frac{K_{\text{сн}}}{1 + 0,25Nl^2}. \quad (15)$$

Для круглых препятствий диаметром α

$$a = \frac{K_{\text{сн}}}{1 + 0,017d^2N}. \quad (16)$$

Формулы (15) и (16) получены при допущениях, что препятствия имеют одинаковые размеры, а машина (ТТС) представляет собой материальную точку.

Проезжаемость трелевочных волоков

Ездовыми поверхностями для ТТС являются расчищенные от древесной и кустарниковой растительности трелевочные волоки, естественные грунтовые поверхности, луговины, лесные просеки и т. п.

Проезжая часть волоков грубо планируется с засыпкой ям и срезкой горбов, препятствующих движению. При удовлетворительной эксплуатации волоков и уходе за ними неровности пологого профиля групповой поверхности по высоте, как показали исследования, не превосходят 10 см [1–2]. Автоматом по материалам натурных обследований и съемок микропрофилей волоков в Коми была

установлена следующая корреляционная зависимость между высотами пологих неровностей (в метрах)

$$H_{\text{нер}} = 0,03B + 0,002,$$

где B – длина неровности.

На волоках при высокой влажности грунта и недостаточном уходе в процессе эксплуатации возникают неровности порогового типа (пни, корни и т. п.).

Значительную часть года ездовые поверхности волоков покрыты снегом. Проезжаемость трелевочных волоков, то есть их пригодность для движения КТТС, как с грузом, так и без груза, с неэксплуатационными скоростями зависит, в основном, от наличия на еzdовой поверхности:

- неровностей различного вида, в том числе пороговых, то есть с отвесными или близкими к этому стенками, расположенными выше уровня еzdовой поверхности (пни, камни и т. д.);

- колеи и рытвины, образовавшиеся при движении КТТС;

- рода грунта на поверхности волока и его влажности.

Количественными показателями, характеризующими проезжаемость волока, могут быть значения коэффициента сцепления, средне известного удельного сопротивления давлению КТТС с грузом и предельные размеры (высота или глубина) редко выраженных неровностей на волоке, в том числе колеи.

Металлические свойства грунтов, слагающих ездовые поверхности, определяются зерновым составом почв и грунтов, их влажностью и плотностью, а также наличием или отсутствием дернового покрова.

В табл. 1 приводятся средние значения механических показателей связанных грунтов. Сцепные свойства несвязных грунтов в меньшей степени зависят от влажности. Величина сцепления у песков близка к нулю (в среднем $c = 0,1 \text{ Н/см}^2$ у крупных песков и доходит до $c = 0,4 \dots 0,7 \text{ Н/см}^2$ – у пылеватых и мелких песков). Сцепные свойства песчаного грунта зависят в основном от угла внутреннего трения, величина которого колеблется от $38\text{--}40^\circ$ (крупные пески) до $32\text{--}38^\circ$ (мелкие пески) [5–7].

Средние значения механических показателей связанных грунтов
Average values of mechanical parameters associated soils

Виды грунтов	Модуль деформации, Н/см ²	Угол внутреннего трения, °	Сцепление, Н/см ²	Несущая способность, Н/см ²
Влажность ниже предела пластичности				
Легкий суглинок	Свыше 2500	24–25	5–10	35–70
Суглинок	Более 3500	21–23	6–12	45–90
Глина	5000	15–20	7,5–15	50–100
Влажность равна пределу пластичности				
Легкий суглинок	До 2500	21–22	3,5–7,5	25–50
Суглинок	До 3500	18–20	4–8	35–60
Глина	До 5000	11–17	5–10	35–70
Влажность равна 55–75 % от предела текучести				
Легкий суглинок	До 1500	19–20	1,5–3,5	10–25
Суглинок	До 2000	16–18	2,5–4	17–30
Глина	2000–2500	7–15	3–5	20–30
Влажность равна пределу текучести				
Легкий суглинок	300–400	16–18	1–1,2	7–8
Суглинок	300–400	12–15	1–1,5	6–9
Глина	300–400	3–11	1–1,5	5–9

Т а б л и ц а 2

Свойства снега
Properties snow

Механические свойства снега	Плотность, г/см ³					
	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
Сцепление, Н/см ²	0,5	0,6	6,2	9,0	12,0	22
Коэффициент трения	–	0,35	0,40	0,43	0,45	0,5
Модуль деформации, Н/см ²		60–80	150	250–300	550	1000

Сопротивление движению увеличивает липкость грунтов. Это свойство оценивают удельной силой, которую необходимо приложить к пластине для ее отрыва от грунта. Липкость грунта зависит от удельного содержания глинистых частиц в грунте и влажности. Например, для супеси липкость равна 0,5 Н/см² при $W_{от} = 0,7$; 1,2 Н/см² при $W_{от} = 0,8$; 1,8 Н/см² при $W_{от} = 0,9$; 0,8 Н/см² при $W_{от} = 1$; 0,5 Н/см² при $W_{от} = 1,1$.

Свойства смеси зависят от его плотности и температуры. Например, при $t = -10$ °С снег имеет следующие свойства (табл. 2).

Величина коэффициента сцепления зависит от физико-механических свойств грунтовой поверхности следующим образом

$$\psi = \frac{K_n K_{ш} c + \tau_p (1 - K_{ш})}{\lambda p_o} + tg\varphi, \quad (17)$$

где K_n – коэффициент, учитывающий неодновременность появления сдвигов грунта во впадинах протектора шин;

$K_{ш}$ – коэффициент распределения давления колеса на грунт между грунтозацепами и впадинами;

c – сцепление;

τ_p – удельное сопротивление трению, покрышки по грунту; λ – отношение $p: p_0$;

p – удельное давление колеса на грунт, Н/см²;

p_0 – давление воздуха в шине, кгс/см²;

φ – угол внутреннего трения грунта.

Величину средневзвешенного удельного сопротивления движению КТТС с грунтом, с учетом влияния пороговых неровностей, можно выразить

$$W_{cp} = \frac{(Q_m + \kappa Q_{пол})(W_{кол} + W_{пер}^{cp}) + (1 - \kappa) Q_{пол} W_{др}}{Q_m + Q_{пол}}, \quad (18)$$

где

$$W_{\text{кол}} = \frac{500K_n(Q\lambda p_o)^{1/4}}{(DE)^{1/2}}, \quad (19)$$

$$W_{\text{пер}}^{\text{ср}} = \frac{500K_{\text{кин}}g\beta(D-H_{\text{ср}})H_{\text{ср}}}{D-2(\delta+H_{\text{ср}})}, \quad (20)$$

где Q_m – масса КТТС, т;
 $Q_{\text{пол}}$ – масса полезной нагрузки, т;
 K – коэффициент распределения полезной нагрузки между опорным устройством КТТС и грунтовой поверхностью;
 $W_{\text{др.}}$ – удельное сопротивление движению пакета сортиментов по грунту, Н/т;
 $W_{\text{кол.}}$ – основное удельное сопротивление движению КТТС, Н/т;
 $W_{\text{пер.}}^{\text{ср}}$ – среднее дополнительное удельное сопротивление движению КТТС по пороговым неровностям;
 Q_1 – масса КТТС, приходящаяся на 1 колесо, т;
 D – диаметр колеса, см;
 E – модуль деформации грунта, МПа;
 $K_{\text{кин}}$ – коэффициент, учитывающий возмещение расходов при преодолении порогового препятствия кинетической энергии (1,1–1,2);
 β – среднее количество пороговых препятствий на 1 пог. м волока;
 $H_{\text{ср}}$ – средняя высота порогового препятствия, см;
 δ – деформация шины под нагрузкой.

Ограничение проезжаемости волоков наличием внешних непреодолимых неровностей порогового типа или глубоких, близких к величине дорожного просвета машины рытвин, колеи и т. п. может иметь место лишь при неудовлетворительном содержании волока, чего нельзя допускать.

Вывод

Получены зависимости, характеризующие влияние физико-механических свойств грунта и его состояния (влажности) на величину сцепления ведущих колес машин с ездовой поверхностью и позволяющие установить оптимальные значения среднего удельного давления колеса трелевочно-транспортной

системы, диаметра колеса и, следовательно, величины pD , характеризующей воздействие системы на ездovou поверхность, а также минимальный радиус проходимости и другие характеристики.

Библиографический список

1. Скрыпников, А.В. Оптимизация межремонтных сроков лесовозных автомобильных дорог / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 8 (ч. 3). – С. 667–671.
2. Комплексное моделирование процесса функционирования дороги в системе автоматизированного проектирования / Курьянов В.К. // *Транспорт Урала*. – 2008. – № 4. – С. 6–9.
3. Курьянов, В.К. Повышение эффективности обследования автомобильных дорог в районах лесозаготовок: монография / В.К. Курьянов, Е.В. Кондрашова, Ю.В. Лобанов. – М.: изд-во ФЛИНТА: Наука, 2010. – 162 с.
4. Информационные технологии для решения задач управления в условиях рационального лесопользования / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова и др. // «Международный журнал экспериментального образования»: материалы VI международной научной конференции «Современные проблемы науки и образования». – 2012. – № 2. – С. 77–78.
5. Ресурсное обеспечение процесса строительства, ремонта и содержания участков лесных автомобильных дорог / А.А. Камусин // *Вестник МГУЛ. – Лесной вестник*. – 2014. – № 2 (101). – С. 21–27.
6. Методы, модели и алгоритмы повышения транспортно-эксплуатационных качеств лесных автомобильных дорог в процессе проектирования, строительства и эксплуатации: монография / А.В. Скрыпников. – М.: изд-во ФЛИНТА: Наука, 2012. – 310 с.
7. Повышение безопасности движения автомобилей и автопоездов по дорогам в районах лесозаготовок / А.В. Скрыпников // «Международный журнал экспериментального образования»: материалы VI международной научной конференции «Современные проблемы науки и образования». – 2012. – № 2. – С. 76–77.
8. Скрыпников, А.В. Имитационное моделирование транспортного потока для оценки транспортно-эксплуатационных характеристик лесовозных автомобильных дорог / А.В. Скрыпников // *Системы управления и информационные технологии*. – 2008. – № 3.2 (33). – С. 276–278.
9. Скрыпников, А.В. Метод оптимизации планов ремонта участков лесных автомобильных дорог / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // *Современные проблемы науки и образования*. – 2011. – № 6. www.science-education.ru/100-5155 (дата обращения: 14.02.2016).
10. Скрыпников, А.В. Модель определения экономических границ зон действия поставщиков материалов в условиях вероятностного характера дорожного строительства лесовозных автомобильных дорог / А.В. Скрыпников // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 8. – С. 379–385.

LOGGING PERMEABILITY INTEGRATED TRANSPORT SYSTEMS
ON THE SKID TRAILS INFORMATION ABOUT AUTHORS

Skrypnikov A.V., Prof. Voronezh State University of Engineering Technology, Dr. Sci. (Tech.)⁽¹⁾; **Kozlov V.G.**, Assoc. Prof. Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Ph.D. (Tech.)⁽²⁾; **Kondrashova E.V.**, Prof. Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Dr. Sci. (Tech.)⁽²⁾; **Harutyunyan A.J.**, pg. Ukhta State Technical University⁽³⁾

skrypnikovvsafe@mail.ru

⁽¹⁾Voronezh State University of Engineering Technology, 394016, Voronezh, Revolution Avenue, 19

⁽²⁾Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 394087, Voronezh, st. Michurina, 1

⁽³⁾Ukhta State Technical University, 169400, Republic of Komi, Ukhta, st. Pervomayskaya, 13

The purpose of research – to get depending characterizing the influence of the physical and mechanical properties of soil and its state (humidity) on the value of the clutch driving wheels of cars with rideable surface and allow to set optimal values of average specific pressure wheel skid transport system, the diameter of the wheels and, therefore, the value of pD characterizing the impact of the system on the surface of the sled, and the minimum radius of terrain and other characteristics. The object of study – the transport process. In evaluating the patency of the machine is considered a system: the car-dirt surface. The limitations of complex cross-skid transport systems. Calculate the optimal value of the specific pressure on the surface of the sled, defines the basic parameters of complex Logging transport systems, with which you can get the greatest value of the specific free traction on every square centimeter of the support surface. Defined incremental stretching per unit distance required to avoid obstacles in the form of large stump height exceeding ground clearance of boulders. It was found that the availability of skid trails to traffic logging trucks with both load and no load with no operating speed depends largely on the availability on the sled surface: irregularities of various kinds, including the threshold, that is, with steep or close to walls, located above the surface of the sled; ruts and potholes formed during the motion-wheeled vehicles; type of soil on the surface of the portage and humidity. It was found that the metallic properties of soils that form the driving surface, determined by grain composition of soils, their moisture and density, as well as the presence or absence of the sod cover. It calculates the value of the average resistivity of the complex movement of skid transport systems with the load, taking into account the effect of the threshold of irregularities.

Keywords: skid trails, wheel machine, the supporting surface, running resistance, dirt surface.

References

1. Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Skvortsova T.V. *Optimizatsiya mezhremontnykh srokov lesovoznykh avtomobilnykh dorog* [Optimization of maintenance periods of forest roads]. Fundamentalnye issledovaniya [Basic Research]. 2011. N. 8 (ch. 3). pp. 667-671.
2. Kuryanov V.K. *Kompleksnoe modelirovanie protsessy funktsionirovaniya dorogi v sisteme avtomatizirovannogo proektirovaniya* [Comprehensive modeling of the functioning of the road in the computer-aided design]. Transport Urala. 2008. N. 4. pp. 6-9.
3. Kuryanov V.K., Kondrashova E.V., Lobanov Yu.V. *Povyishenie effektivnosti obsledovaniya avtomobilnykh dorog v rayonakh lesozagotovok* [Improving the efficiency of roads in the survey logging areas]. Moskva: FLINTA Nauka Publ., 2010. 162 p.
4. Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Skvortsova T.V., Logachev V.N., Vakulin A.I. *Informatsionnyye tehnologii dlya resheniya zadach upravleniya v usloviyakh ratsionalnogo lesopolzovaniya* [Information technology for control tasks in the conditions of forest management]. Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimentalnogo obrazovaniya: materialy VI mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya» [International Journal of Experimental Education: materials of the VI International Scientific Conference «Modern problems of science and education»]. 2012. N. 2. pp. 77-78.
5. Kamusin A.A. *Resursnoe obespechenie protsessy stroitelstva, remonta i soderzhaniya uchastkov lesnykh avtomobilnykh dorog* [Financial support of the process of building, repair and maintenance of forest roads sections]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik. 2014. N. 2 (101). pp. 21-27.
6. Skrypnikov A.V. *Metody, modeli i algoritmy povysheniya transportno-ekspluatatsionnykh kachestv lesnykh avtomobilnykh dorog v protsesse proektirovaniya, stroitelstva i ekspluatatsii* [Methods, models and algorithms improve transport and performance of forest roads in the design, construction and operation]. Moskva: FLINTA Nauka Publ., 2012. 310 p.
7. Skrypnikov A.V. *Povyishenie bezopasnosti dvizheniya avtomobiley i avtopoezdov po dorogam v rayonakh lesozagotovok* [Improving the safety of movement of cars and trucks on roads in logging areas]. Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimentalnogo obrazovaniya: materialy VI mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya» [International Journal of Experimental Education: materials of the VI International Scientific Conference «Modern problems of science and education»]. 2012. N. 2. pp. 76-77.
8. Skrypnikov A.V. *Imitatsionnoe modelirovanie transportnogo potoka dlya otsenki transportno-ekspluatatsionnykh harakteristik lesovoznykh avtomobilnykh dorog* [Simulation of traffic flow to assess the performance of transport and haulage roads]. Sistemy upravleniya i informatsionnyye tehnologii. 2008. N. 3.2 (33). pp. 276-278.
9. Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Skvortsova T.V. *Metod optimizatsii planov remonta uchastkov lesnykh avtomobilnykh dorog* [Optimization method of repairing portions of forest roads planning]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2011. N. 6. www.science-education.ru/100-5155 (data obrascheniya: 04.10.2015).
10. Skrypnikov A.V. *Model opredeleniya ekonomicheskikh granits zon deystviya postavshchikov materialov v usloviyakh veroyatnostnogo haraktera dorozhnogo stroitelstva lesovoznykh avtomobilnykh dorog* [Model determining the boundaries of zones of economic activities of suppliers of materials in a probabilistic nature of road construction of logging roads]. Fundamentalnye issledovaniya. 2011. N. 8. pp. 379-385.