

ДМИТРИЙ НИКОЛАЕВИЧ АФОНИЧЕВдоктор технических наук, профессор кафедры транспорта леса и инженерной геодезии лесоинженерного факультета, Воронежская государственная лесотехническая академия
*dmafonichev@yandex.ru***ДМИТРИЙ СЕРГЕЕВИЧ ЛЮБАВСКИЙ**аспирант кафедры транспорта леса и инженерной геодезии лесоинженерного факультета, Воронежская государственная лесотехническая академия
*dslubav@mail.ru***ВИКТОР ВАСИЛЬЕВИЧ БЕЛОЗОРОВ**кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности лесоинженерного факультета, Воронежская государственная лесотехническая академия
nis@vglt.vrn.ru

ИЗМЕНЕНИЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ КОНИКАМИ ЛЕСОВОЗНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ПОВОРОТЕ

Получена зависимость для определения расстояния между кониками лесовозного подвижного состава при движении на кривой в плане. Установлено, что величина смещения пачки относительно коников при движении на повороте очень мала и достигает 2...4 см при радиусе поворота 15 м, а при радиусе поворота 100 м данное смещение составляет не более 1 см.

Ключевые слова: коник, расстояние, автопоезд, прицеп-ропуск

Вывозка древесины из лесосек подвижным составом, оборудованным поворотными кониками (автомобиль + прицеп-ропуск, вагоны-сцепы), является наиболее экономичной [1], [3], [5]. Для рационального использования автомобильного подвижного состава и предотвращения перегруза колес устанавливается расстояние между кониками автомобиля и прицепа-ропуска $l_{кон}$, обеспечивающее их загрузку в соответствии с допустимыми нагрузками на коники по известной формуле [2], [3]:

$$l_{кон} = \frac{(q_1 + q_2)(\alpha L_{п} - l_{комл})}{q_2}, \quad (1)$$

где q_1, q_2 – нагрузка на коники соответственно от комлевой и вершинной частей пачки, т; α – коэффициент, определяющий положение центра тяжести пачки; $L_{п}$ – длина пачки, м; $l_{комл}$ – свес комлей за коник, м.

При движении подвижного состава на поворотах расстояние между кониками сокращается, так как звенья подвижного состава (автомобиль и прицеп-ропуск, полусцепы) поворачивают относительно буксирного прибора автопоезда или ударно-цепного прибора вагона-сцепы. Наглядно это демонстрирует рисунок.

На рисунке точки А и В – оси шкворней поворотных коников, установленных соответственно на автомобиле и прицепе-ропуске, точка С – буксирный прибор автомобиля – ось вращения элементов автопоезда относительно друг друга. Если принять допущения, использованные в работе [3], то продольная ось автомобиля 1 будет касательной к криволинейной траектории дви-

жения с радиусом R_T , а расстояние между задней осью автомобиля и буксирным прибором (расстояние между осью тележки и буксирным прибором) d совместно с радиусом R_T образует прямоугольный треугольник.

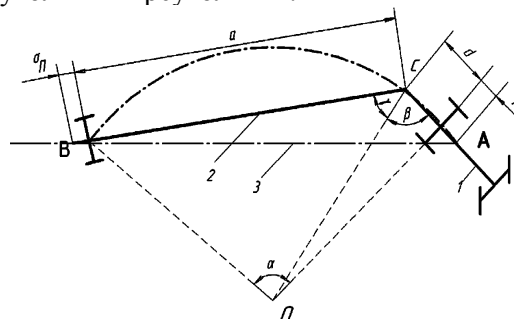


Схема автопоезда в составе автомобиль + прицеп-ропуск при движении на повороте: 1 – автомобиль; 2 – прицеп-ропуск; 3 – ось пачки лесоматериалов

Острый угол этого треугольника, лежащий против большего катета, обозначим β . Очевидно, что

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{R_T}{d}. \quad (2)$$

При наличии крестообразной сцепки между автомобилем и прицепом-ропуском обеспечивается движение колес прицепа-ропуска по следу колес автомобиля [1], [5], тогда расстояние a между буксирным прибором и осью шкворня коника, установленного на прицепе-ропуске, радиус кривизны траектории R_T и расстояние OC образуют треугольник, в котором известны все три стороны, причем OC равно

$$OC = \sqrt{R_T^2 + d^2}. \quad (3)$$

Угол γ между OC и продольной осью прицепа-ропуска определим, используя теорему косинусов:

$$R_T^2 = a^2 + R_T^2 + d^2 - 2a\sqrt{R_T^2 + d^2} \cos \gamma. \quad (4)$$

Алгебраическое преобразование уравнения (4) позволяет получить уравнение:

$$a^2 + d^2 = 2a\sqrt{R_T^2 + d^2} \cos \gamma. \quad (5)$$

Из уравнения (5) найдем

$$\cos \gamma = \frac{a^2 + d^2}{2a\sqrt{R_T^2 + d^2}}. \quad (6)$$

Согласно рисунку, AB – расстояние между кониками автомобиля и ропуска при движении на кривой, обозначим его $l_{\text{кон}}(R_T)$. Величина $l_{\text{кон}}(R_T)$ может быть определена решением треугольника ABC , в котором сторона AC равна $d + \delta_A$ (δ_A – смещение шкворня коника вперед от оси колес автомобиля, м), сторона BC составляет $a + \delta_{\Pi}$ (δ_{Π} – смещение шкворня коника назад от оси колес прицепа-ропуска, м), а угол между сторонами AC и BC – $\beta + \gamma$. Запишем теорему косинусов для треугольника ABC :

$$l_{\text{кон}}^2(R_T) = (d + \delta_A)^2 + (a + \delta_{\Pi})^2 - 2(d + \delta_A)(a + \delta_{\Pi}) \cos(\beta + \gamma). \quad (7)$$

На прямом участке пути расстояние между кониками, согласно рисунку, будет равно:

$$l_{\text{кон}} = d + \delta_A + a + \delta_{\Pi}. \quad (8)$$

Формула (8) является частным случаем уравнения (7) при $\beta + \gamma = 180^\circ$, так как $\cos(\beta + \gamma) = -1$.

В формуле (8) регулируемым параметром (переменной величиной) является a , значения d , δ_A , δ_{Π} – константы. Значение a можно найти как разность:

$$a = l_{\text{кон}} - d - \delta_A - \delta_{\Pi}. \quad (9)$$

В формуле (9) расстояние между кониками $l_{\text{кон}}$ определяется по зависимости (1). Следует учесть, что для автомобильного подвижного состава следует обеспечить максимальную загрузку коника автомобиля, а поэтому формула (1) для состава автомобиль + прицеп-ропуск преобразуется к виду [2]

$$l_{\text{кон}} = \frac{M_{\Gamma}(\alpha L_{\Pi} - l_{\text{комл}})}{M_{\Gamma} - q_A}, \quad (10)$$

где M_{Γ} – масса груза, размещаемого на автопоезде, т; q_A – нагрузка на коник автомобиля, т.

$$M_{\Gamma} = \gamma_{\text{ор}} k_{\text{кр}} Q_{\Pi}, \quad (11)$$

где $\gamma_{\text{ор}}$ – плотность древесины перевозимой пачки, $\text{м}^3/\text{т}$; $k_{\text{кр}}$ – коэффициент, учитывающий массу кроны; Q_{Π} – полезная нагрузка на автопоезд, м^3 .

По представленным зависимостям выполнен расчет расстояния между кониками для автопоезда в составе МА3-543403 + МА3-900800 при следующих параметрах: $q_A = 7,13$ т, $q_{\Pi} = 3,5$ т, $M_{\Gamma} = 20,63$ т, $\alpha = 0,33$, $l_{\text{накл}} = 1,25$ м, $d = 1,57$ м, $\delta_A = 0,34$ м, $\delta_{\Pi} = 0$ [4]. Результаты сведены в таблицу.

Расстояния между кониками автопоезда
МА3-543403+МА3-900800

Радиус кривизны траектории	Расстояние между кониками при длине пачки								
	12	14	16	18	20	22	24	26	28
15	4,12	5,12	6,13	7,13	8,14	9,15	10,16	11,16	12,17
20	4,12	5,13	6,14	7,14	8,15	9,16	10,17	11,18	12,18
25	4,13	5,13	6,14	7,15	8,16	9,16	10,17	11,18	12,2
30	4,13	5,14	6,14	7,15	8,16	9,17	10,18	11,18	12,19
40	4,13	5,14	6,15	7,16	8,16	9,17	10,18	11,19	12,20
50	4,14	5,14	6,15	7,16	8,17	9,18	10,18	11,19	12,20
100	4,14	5,15	6,16	7,16	8,17	9,18	10,19	11,20	12,21
∞	4,14	5,15	6,16	7,17	8,18	9,18	10,19	11,20	12,21

Примечание. Все параметры приведены в метрах.

Из таблицы видно, что величина смещения пачки относительно коников при движении на повороте очень мала и достигает 2...4 см при радиусе поворота 15 м, а при радиусе поворота 100 м данное смещение составляет не более 1 см. Таким образом, дополнительное сопротивление движению автопоезда на кривой, возникающее в результате смещения пачки, действует очень короткое время.

Если при повороте смещение пачки не может произойти, то колеса прицепа-ропуска будут иметь некоторый угол с траекторией движения и увеличится боковой увод колес прицепа-ропуска, который будет создавать сопротивление на протяжении всей кривой. В конструкции автопоезда должно быть предусмотрено устройство, которое обеспечит смещение пачки на необходимую величину для снижения сопротивления движению автопоезда, а так как эта величина очень мала, то указанное мероприятие вполне осуществимо.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобильный транспорт леса: Справочник / Под ред. В. А. Горбачевского. М.: Лесн. пром-сть, 1973. 376 с.
2. Афоничев Д. Н. Расчет полезной нагрузки автомобильного подвижного состава на вывозке древесины с учетом вместимости устройств для размещения груза // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: Межвуз. сб. науч. тр. Вып. 3 / ВГЛТА. Воронеж, 2008. С. 61–65.
3. Кумицкий Б. М., Любавский Д. С., Афоничев Д. Н. Математическое моделирование движения лесовозного автопоезда на повороте // Моделирование систем и процессов. Вып. 1, 2 / ВГЛТА, ВГУ. Воронеж, 2009. С. 50–55.
4. Современные грузовые автотранспортные средства: Справочник / В. В. Пойченко, П. В. Кондрашов, С. В. Потемкин и др. М.: Агентство «Доринформсервис», 2004. 592 с.
5. Транспорт леса: В 2 т. Т. 1. Сухопутный транспорт / Под ред. Э. О. Салминена. М.: ИЦ «Академия», 2009. 368 с.