

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАНЕВРЕННОСТИ СКИДЕРОВ
EVALUATION OF SKIDDER MANEUVERABILITY INDICATORS

Д. В. Клоков¹, канд. техн. наук, доц.,

Е. А. Леонов², канд. техн. наук, доц.,

А. А. Гарабажу², канд. техн. наук, доц.

¹Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный технологический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

D. Klokov¹, Ph.D. in Engineering, Associate professor,

Leonov², Ph.D. in Engineering, Associate professor,

A. Harabazhyu², Ph.D. in Engineering, Associate professor

¹Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian state technological University, Minsk, Republic of Belarus

Для оценки показателей маневренности лесных машин рассмотрен такой фактор, как необходимая ширина полосы движения, зависящая от таких параметров машин, как габариты, ширина колеи, радиус поворота, расстояние «передняя ось - шарнирное сочленение» и «шарнирное сочленение – задняя ось», а также принятая технология разработки лесосеки.

To assess the maneuverability indicators of forestry machines, we consider a factor such as the necessary lane width, which depends on machine parameters such as dimensions, track width, turning radius, distance “front axle – articulation” and “articulation - rear axle”, as well as adopted forestry technology.

Ключевые слова: лесная машина, маневренность, лесосечные работы.

Key words: forest machine, maneuverability, cutting operations.

ВВЕДЕНИЕ

Машины, используемые сегодня на лесозаготовках в Республике Беларусь, предназначены для различных видов рубок. При этом радиусы поворота машин влияют на ширину полосы поворота, оказывают большее значение, практически на весь комплекс технико-эксплуатационных показателей [1, 2, 3].

ОЦЕНКА МАНЕВРЕННОСТИ ЛЕСНЫХ МАШИН

Маневренность машин зависит от густоты древостоя, а также определяется опережением или отставанием колес при их вращении, типа блокировки дифференциала.

У машин с шарнирно-сочлененными рамами при одном и том же угле складывания секций расположение оси шарнира по отношению к осям в наибольшей степени влияет на радиус поворота и ширину полосы движения.

На рис. 1 представлена номограмма радиусов поворота и ширина волока при следующих переменных величинах: отношение a/b , угол складывания полурам, колесная база ($a+b$) и ширина (b) машины [4].

Приведенные зависимости построены для машины с колесной базой от 3 до 5,4 м и углами относительного поворота полурам от 34° до 46° . Расположение шарнирного сочленения варьировалось в пределах от его размещения точно по центру между двумя осями до места, отстоящего от передней оси на 0,44 м.

При большем отношении a/b угол разворота имеет меньшее значение для возрастания ширины волока, в то время как при $a/b = 0,1$ она увеличивается на 0,2 м, когда угол складывания полурам машины возрастает с 40° до 45° . При одном и том же угле складывания ширина волока значительно увеличивается, если a/b уменьшается. Для машины с колесной базой в 4,8 м эта величина увеличивается от 0 при $a/b = 1$ до 1,5 м при $a/b = 0,1$.

Подобным образом изменяются радиусы поворота при этих же углах и отношении a/b .

Увеличение угла складывания с 40° до 45° дает уменьшение радиуса поворота на величину около 0,7 м. При наиболее неблагоприятном отношении $a/b = 0,1$ возрастание ширины волока с 1,43 м при 40° до 1,63 м при 45° . Для лесной шарнирно-сочлененной машины, предназначенной для рубок прореживания, с целью уменьшения необходимой ширины волока и обеспечения минимального радиуса поворота, отношение a/b должно стремиться к 1.

Для определения габаритной полосы движения при повороте трелевочного трактора с пачкой хлыстов (дереьев) воспользуемся графоаналитическим методом. Запишем дифференциальное уравнение движения:

$$\varphi \cdot \left(1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right)^{3/2} + L_n \cdot \frac{d^2 y}{dx^2} + L_n \cdot \left(1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right) \frac{d\varphi}{dx} = 0,$$

где φ – угол складывания пачки хлыстов (деревьев); $y = f(x)$ – уравнение траектории поворота; $L_n = 18$ м – длина трелюемой пачки хлыстов (деревьев).

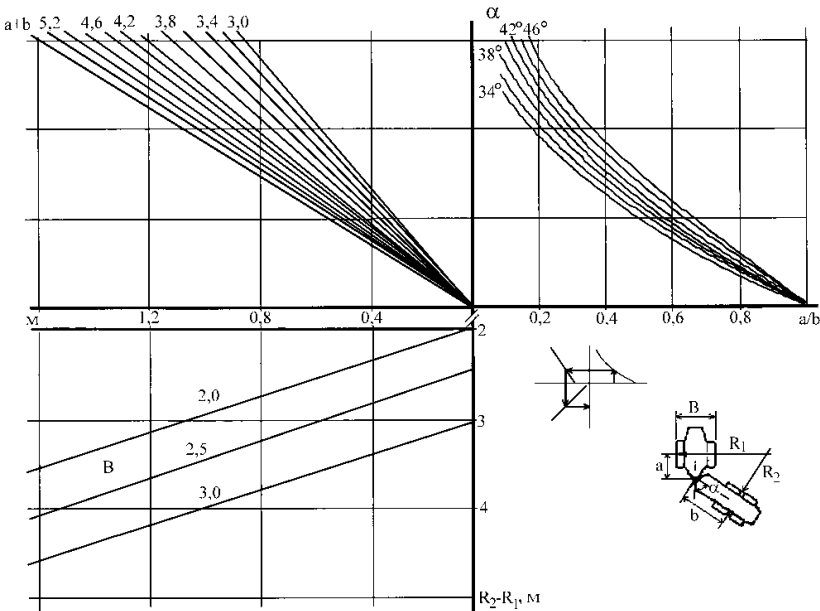


Рисунок 1 – Ширина коридора для машины с шарнирным сочленением рамы

При расчетах приняты следующие основные допущения: отсутствие бокового увода шин, траектория трактора – окружность радиуса $R_2 = 3,5$ м.

Рассматривается случай, когда габаритная полоса движения будет наибольшей, при $R > R_2$ ее величина будет уменьшаться.

Уравнение траектории поворота трактора запишем в виде:

$$y = \sqrt{R_2^2 + x_2^2} + R_2.$$

Тогда решением дифференциального уравнения будет являться зависимость угла складывания от продольной координаты x :

$$\varphi = \frac{L_{\Pi}}{R_2} \left(1 - e^{-\frac{R_2}{L_{\Pi}} \arcsin \frac{\sqrt{R_2^2 - (x-R_2)^2}}{R_2}} \right).$$

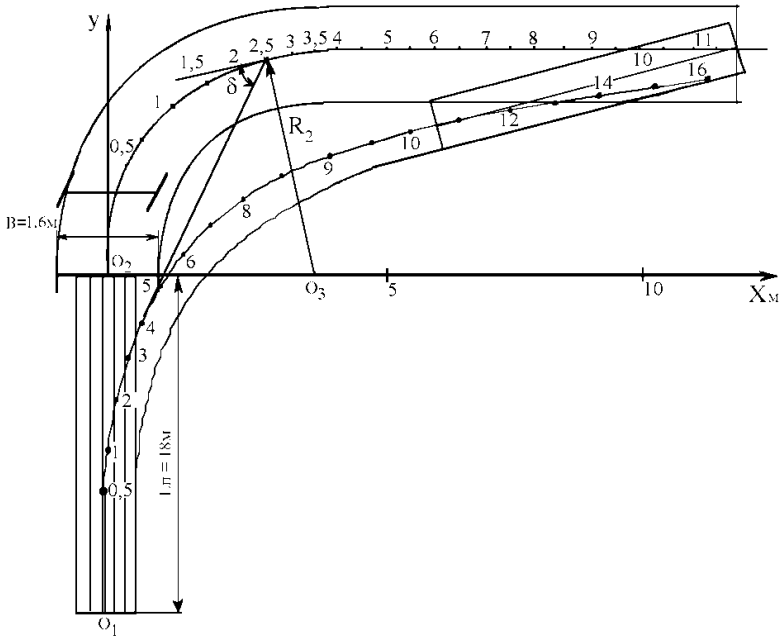


Рисунок 2 – Траектория движения трактора и пачки деревьев при повороте на 90°

При выходе из поворота уравнением траектории трактора является константа вида $y=R_2$. Решение дифференциального уравнения при этом запишется в виде:

$$\varphi = \varphi_0 e^{\frac{x_0 - x}{L_{\Pi}}},$$

где φ_0, x_0 – угол складывания и продольная координата при выходе из поворота.

Построение по полученным значениям габаритной полосы движения трелевочного трактора с пачкой хлыстов при повороте под прямым углом показано на рис. 2.

Согласно проведенному расчету при повороте трелевочного трактора без пачки ширина габаритной полосы движения $B_r = 1,57$ м, при повороте трактора с пачкой $B_r = 3,2$ м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С использованием изложенных результатов исследований и методических материалов для лесных машин, применительно к создаваемым на форвардерам и скидерам было проведено обоснование параметров систем на повороте.

Для трелевочных систем при движении их с пачкой хлыстов радиус поворота увеличивается и для рассматриваемых машин составляет по круговым кривым 10-12 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клоков, Д. В. Оборудование лесопромышленных предприятий. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие [Текст] / Д. В. Клоков, И. В. Турлай, Е. А. Леонов. – Минск: БГТУ, 2015. – 200 с.

2. Леонов, Е. А. Технология лесозаготовок и переработки древесины: учеб.-метод. пособие [Текст] / Е. А. Леонов, Д. В. Клоков. – Минск: БГТУ, 2018. – 231 с.

3. Клоков Д. В. Обоснование параметров и оценка динамических показателей лесной колесной погрузочно-транспортной машины [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01: защищена 27.12.2001 / Д. В. Клоков. – Минск, 2001. – 166 с.

4. Клоков, Д.В. Особенности оценки эксплуатационных свойств прицепного форвардера «БЕЛАРУС» при проведении лесозаготовительных работ / Д.В. Клоков, Е.А. Леонов, А.А. Гарабажиу, В.Г. Шостака // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 06-07 июня 2019 г. / . – Ч.II. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2019. – С. 107-112.

Представлено 18.05.2020