УДК 630.383

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОГО НЕОБХОДИМОГО ВРЕМЕНИ РАБОТЫ БОРТОВЫХ ФРИКЦИОНОВ

Шоль Н.Р., Тимохова О.М., Будевич Е.А., Снопок Д.Н.

ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», Ухта, e-mail: chonochka@mail.ru

В статье отражено прогнозирование использования бортовых фрикционных трелевочных тракторов, которое по данным исследований целесообразно вести графоаналитическим способом с учетом показателей удельной силы тяги f_n и динамического фактора поворота D_n. Результаты исследований показывают, что при равных рейсовых нагрузках минимальное время использования бортфрикционов ТБ-1М при поворотах с радиусами R < 60 м в 1,1–2,0 раза меньше, R = 60–120 м в 1,1–1,5 раза больше, чем у ТЛТ-55М, а при больших радиусах поворота время работы фрикционов у тракторов одинаковое. Приведенные в статье преимущества бесчокерного трактора по сравнению с трактором с тросовым оборудованием обусловлены наличием поворотного коника, благодаря которому уменьшается величина момента сопротивления повороту и средняя величина силы сопротивления от крюковой силы тяги.

Ключевые слова: бортовые фрикционы, трелевочный трактор, рейсовая нагрузка, радиус поворота

THE DEFINITION OF MINIMUM NECESSARY TIME WORK SIDE FRICTION

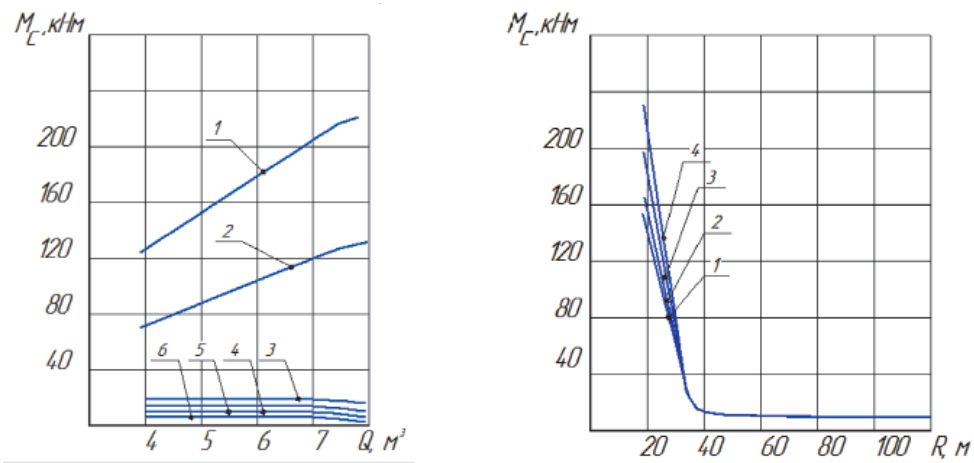
Schol N.R., Timokhova O.M., Budevich E.A., Snopok D.N.

FGBOU VPO «Ukhta State Technical University», Ukhta, e-mail: chonochka@mail.ru

The article presents forecasting using on-Board friction skidders, which according to studies it is advisable to conduct analytical method based on indices specific thrust f_n and dynamic factor rotation D_n. The results of research screeningsdicate that at loads equal to the regular minimum time use of northrichland TB-1M at the corners with radii R < 60 m in 1,1–2,0 times less, R = 60–120 m in 1,1–1,5 times more than the TLT-55M, and at large radii the friction at the tractors are the same. Lead exercise in the article the advantages beskonusnogo tractor compared to the tractor with rope equiption due to the presence of a rotary conic, thanks to which decreases the magnitude of the moment of resistance to rotation and the average value of the resistance force from the traction hook.

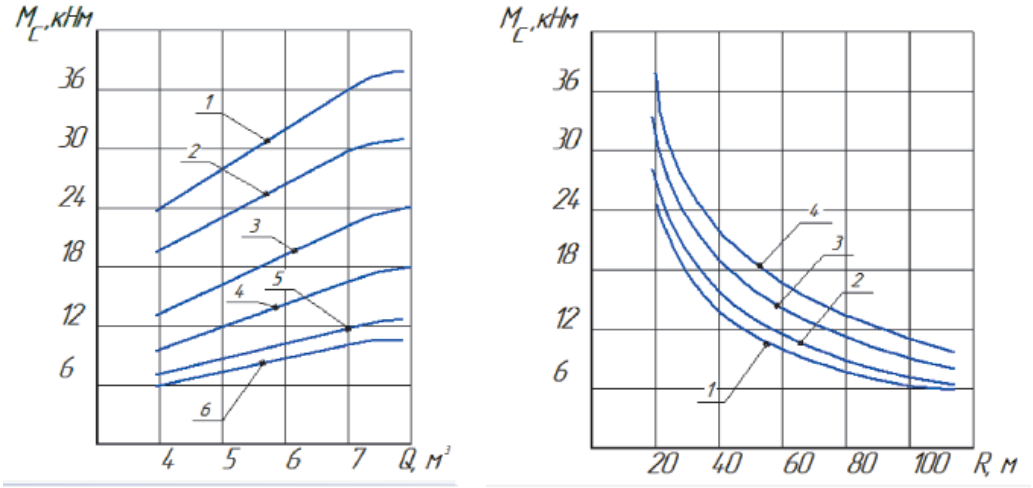
Keywords: side clutches, skidder, scheduled load, the turning radius

Равномерное движение при заданной кривизне траектории движения должно обеспечиваться двигателем и механизмом поворота. Только при этом осуществим указанный характер движения. С другой стороны, мощность двигателя определяется по заданным условиям прямолинейного движения. И при этом остается неизвестным: достаточна ли она для осуществления равномерного криволинейного движения в любых условиях или существуют определенные ограничения поворотливости тракторов. Эти ограничения могут, очевидно, касаться поворотов с малыми радиусами, требующих повышенных затрат энергии для преодоления возросших внешних сопротивлений (графики на рис. 1 и 2).



а б

Рис. 1. Изменение момента сопротивления Мс при движении трактора ТДТ-55М: а – зависимость от рейсовой нагрузки: 1 – R = 20 м; 2 – R = 25 м; 3 – R = 35 м; 4 – R = 60 м; 5 – R = 85 м; 6 – R = 110 м; б – зависимость от радиуса поворота: 1 – Q = 4 м³; 2 – Q = 5 м³; 3 – Q = 6 м³; 4 – Q = 8 м³



а б

Рис. 2. Изменение момента сопротивления Мс при движении трактора ТБ-1М: а – зависимость от рейсовой нагрузки: 1 – R = 20 м; 2 – R = 25 м; 3 – R = 35 м; 4 – R = 60 м; 5 – R = 85 м; 6 – R = 110 м; б – зависимость от радиуса поворота: 1 – Q = 4 м³; 2 – Q = 5 м³; 3 – Q = 6 м³; 4 – Q = 8 м³

Поэтому для определения времени работы бортовых фрикционов необходимо установить возможность равномерного поворота, а также скорость равномерного движения, обеспечиваемую двигателем и механизмом поворота при различных радиусах кривизны траектории. Время работы бортовых фрикционов при равномерном повороте трактора на 1° в разных условиях эксплуатации может существенно отличаться, но при наложении ряда ограничений, таких как: отсутствие буксования на забегающей гусенице, работа двигателя на внесшей характеристике, отсутствие связи между двигателем и отстающей гусеницей, продолжительность включения бортфрикционов будет стремиться к некоторому пределу, который можно назвать минимальным временем работы.

Для оценки реальной поворотливости трактора необходим параметр, который позволил бы, используя тягово-динамическую характеристику машины, оценить возможность равномерного поворота подобно тому, как это решается при анализе равномерного прямолинейного движения. В качестве такого параметра можно использовать предложенную в [1, 2] потребную удельную силу тяги на гусеницах при повороте:

$$f_{п2} = \frac{P_2}{G_a}; \quad f_{п1} = \frac{P_1}{G_a}, \qquad (1)$$

где $f_{п2}$, $f_{п1}$ – удельные силы тяги на забегающей и отстающей гусеницах; P_1 и P_2 – силы тяги на забегающей и отстающей гусеницах; G_a – полный вес транспортной системы.

Так как по условию связь между двигателем и отстающей гусеницей через бортовой фрикцион отсутствует, потребная сила тяги при повороте $f_п = f_{п2}$.

Общее выражение потребной силы тяги на забегающей гусенице получаем, написав уравнение моментов относительно полюса поворота O_1 (рис. 3 и 4)

$$P_2 = P_{f2} + \frac{1}{2}P_{кр}\cos\beta\cos\varphi_1 + \frac{M_c}{B} = \\ = \frac{1}{2}(G_т + Q_1)(f+i) + \frac{1}{2}Q_2(f_2+i)\cos\beta\cos\varphi_1 + \frac{M_c}{B} \qquad (2)$$

(момент от поперечной составляющей крюковой силы тяги входит в M_c).

Тогда в общем виде потребная удельная сила тяги трактора:

$$f_n = \frac{G_m + Q_1}{2G_a}(f+i) + \frac{Q_2}{2G_a}(f_2+i)\cos\beta\cos\varphi_1 + \frac{M_c}{BG_a}. \qquad (3)$$

На рис. 5 приведены графики изменения потребной удельной силы тяги в зависимости от радиуса поворота для тракторов ТДТ-55М (рис. 5, а) и ТБ-1М (рис. 5, б) при различных рейсовых нагрузках.

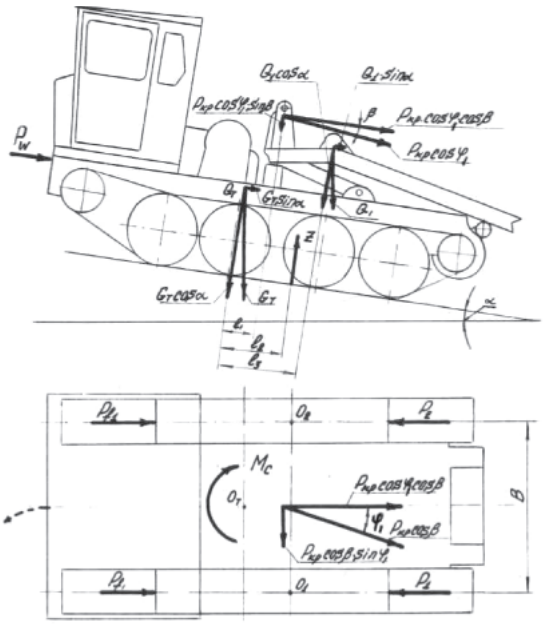


Рис. 3. Силы, действующие на трактор с тросовым оборудованием при движении

Графики построены по расчетным данным при средних значениях показателей условий эксплуатации в северо-западной лесоэксплуатационной зоне при движении по горизонтальной площадке. Моменты сопротивления приняты расчетные по рис. 1 и 2.

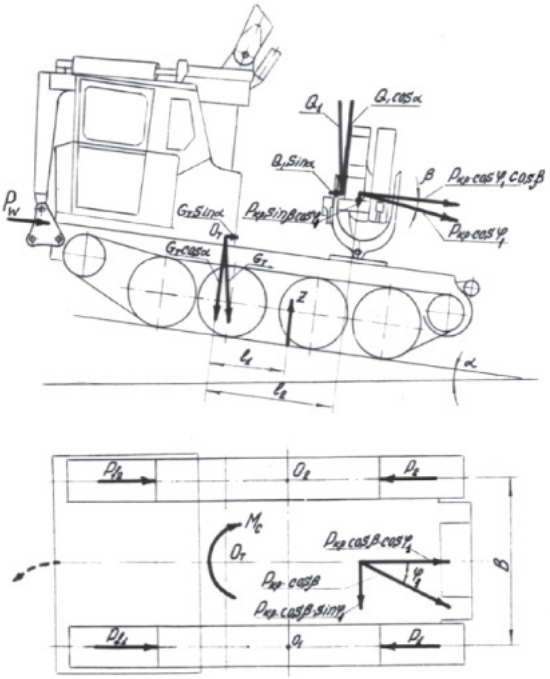


Рис. 4. Силы, действующие на бесчокерный трактор при движении

По аналогии с прямолинейным движением введем динамический фактор поворота:

$$D_{\text{п}} = \frac{P_{a2}}{G_a}, \qquad (4)$$

где P_{a2} – сила тяги, развиваемая двигателем трактора на забегающей гусенице при повороте, при работе двигателя на внешней характеристике.

При таком условии равномерного поворота выразится равенством

$$f_{\text{п}} = D_{\text{п}}. \qquad (5)$$

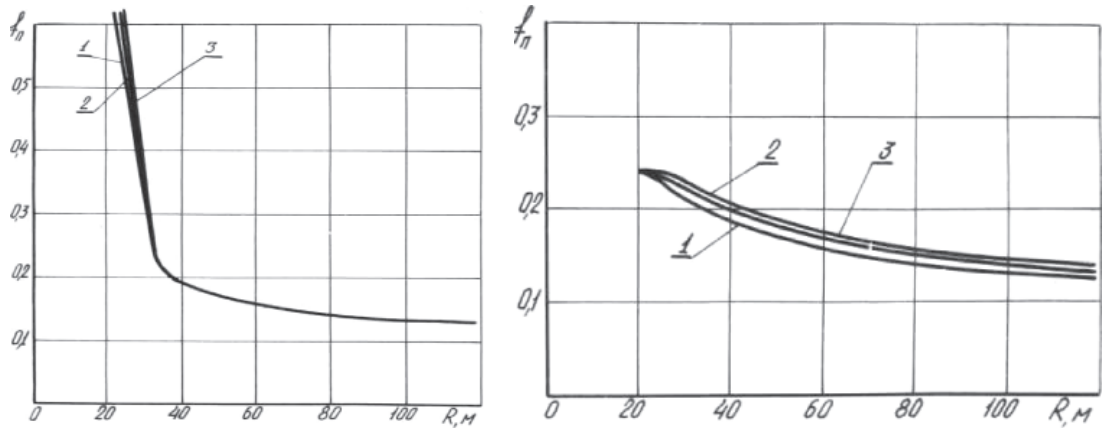


Рис. 5. Потребная удельная сила тяги при равномерном повороте тракторов ТДТ-55М (а) и ТБ-1М (б): 1 – Q = 4 м³; 2 – Q = 6 м³; 3 – Q = 8 м³

Сравнение построенных в одном масштабе графиков $f_п = f(R)$ и $D_п = f(V)$ позволит оценить возможность равномерного поворота, а также определить окружные скорости при различных радиусах поворота. Такое сравнение проведено на рис. 6 для трактора ТДТ-55М и рис. 7 для ТБ-1М, построенных в виде номограмм при весе транспортной системы ТДТ-55М: G_a = 140 кН (Q = 6 м^3), ТБ-1М: G_a = 154 *кН* (Q = 6 *м*^{3}).

График $V_п = f(R)$ на номограммах позволяет определить окружную скорость равномерного поворота тракторов в зависимости от радиуса и по формуле

$$t_п = 3{,}6 \cdot \frac{\pi R}{180 \cdot V_п} \qquad (6)$$

и рассчитать минимальное время работы бортовых фрикционов при повороте на 1° тракторов. Полученные результаты расчета по (6) показаны в виде графиков на рис. 6 и 7. Из приведенных графиков видно, что в диапазоне радиусов поворота R = 20…60 м трактор ТБ-1М имеет меньшее время работы бортовых фрикционов, чем ТДТ-55М в диапазоне R = 60…120 м, и несколько меньше время у трактора ТДТ-55М, а при радиусах поворота R > 120 м тракторы ТДТ-55М и ТБ-1М имеют одинаковое время работы фрикционов.

Использование номограмм (рис. 6 и 7) позволяет также оценить тяговые качества тракторов из условия [1]: чем меньше предельный радиус равномерного поворота, тем выше тяговые качества трактора. Номограмма позволяет вести такое сравнение и по передачам.

Из рис. 6 и 7 видно, что меньший радиус поворота имеет трактор ТБ-1М при одинаковых условиях эксплуатации с трактором ТДТ-55М. Это показывает более высокие тяговые качества бесчокерного трактора с поворотным коником по сравнению с трактором в щитовом исполнении. Из номограмм также видно, что трактор ТБ-1М может во всем диапазоне радиусов поворота двигаться на 1 и 2 скоростях, и минимальный радиус равномерного поворота на этих скоростях в 1,35–1,5 раза меньше, чем у трактора ТДТ-55М. На 3 передаче трактор ТБ-1М также имеет преимущество при повороте – минимальный возможный радиус поворота в 1,1–1,15 раза меньше, чем у трактора ТДТ-55М. И только на 1У передаче трактор ТБ-IМ имеет несколько худшие тяговые качества по сравнению с ТДТ-55М – минимально возможный радиус на 1У передаче 1,3–1,35 раза выше, чем у трактора ТДТ-55М.

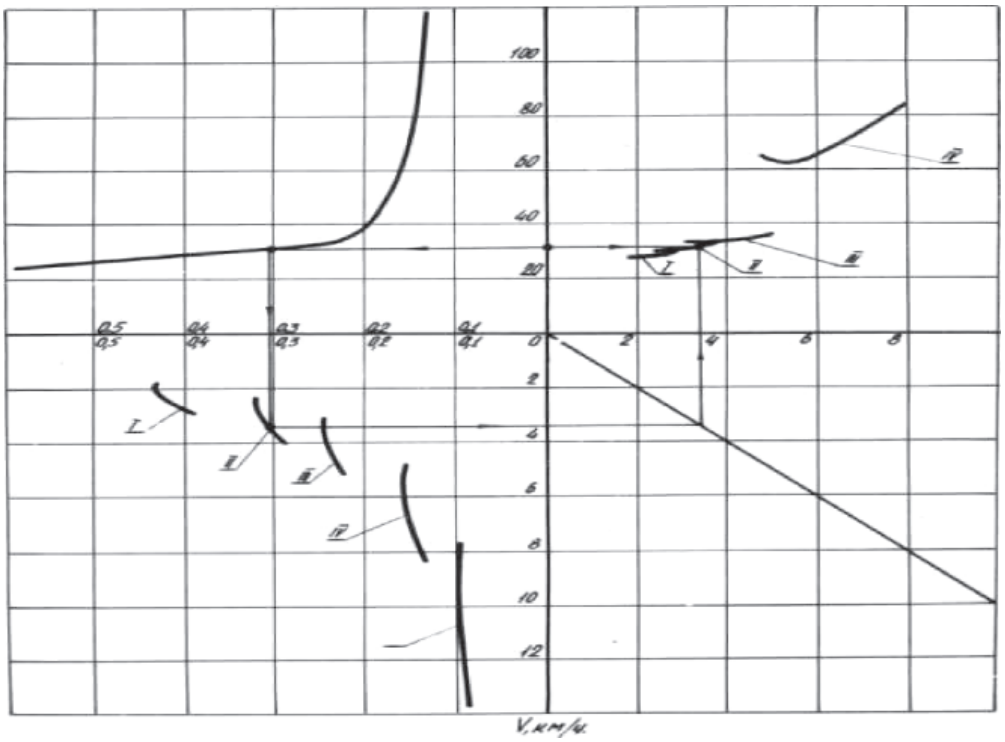


Рис. 6. Номограмма для определения возможной окружной скорости и зависимости от радиуса поворота трактора ТДТ-55М

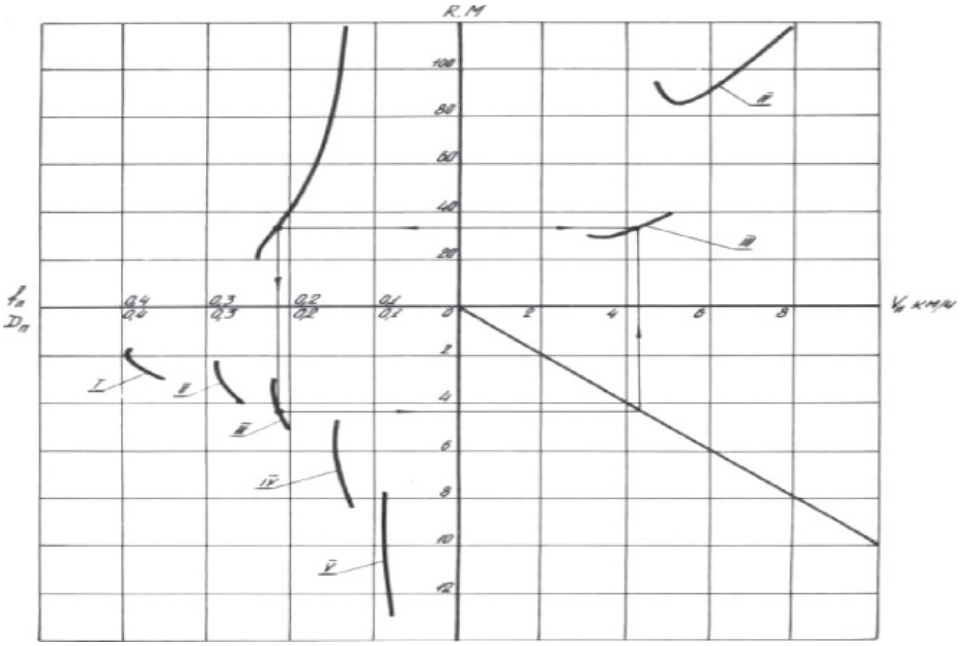


Рис. 7. Номограмма для определения возможной окружной скорости в зависимости от радиуса поворота трактора ТБ-1М

Выводы

1. Прогнозирование использования бортовых фрикционов трелевочных тракторов целесообразно вести графоаналитическим способом с учетом показателей удельной силы тяги и динамического фактора поворота, которые могут быть определены по выражениям (1) и (4).

2. При равных рейсовых нагрузках более высокими тягово-скоростными качествами по условию меньшего радиуса равномерного поворота имеет бесчокериый трактор. Минимально возможный радиус поворота ТБ-1М в 1,35–1,5 раза меньше, чем у ТДТ-55М.

3. При равных рейсовых нагрузках минимальное время использования бортфрикционов ТБ-1М при поворотах с радиусами R < 60 м в 1,1–2, раза меньше, R = 60–120 м в 1,1–1,5 раза больше, чем у ТЛТ-55М; при больших радиусах поворота время работы фрикционов у тракторов одинаковое.

4. Указанные выше преимущества бесчокерного трактора по сравнению с трактором с тросовым оборудованием обусловлены наличием поворотного коника, благодаря которому уменьшается величина момента сопротивления повороту и средняя величина силы сопротивления от крюковой силы тяги.

Список литературы

1. Александров В.А. Динамические нагрузки в лесосечных машинах. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. – 152 с.

2. Александров В.А. Моделирование технологических процессов лесных машин. – М.: Экология, 1995. – 258 с.

3. Варава В.И., Жендаев С.Т. Характеристики двигателя и трансмиссии лесотранспортной машины: учебное пособие. – Л.: ЛТА, 1981. – 72 с.

4. Забавников Н.А. Основы теории транспортных гусеничных машин. – М.: Машиностроение, 1975. – 448 с.

5. Шоль Н.Г. Исследование эксплуатационных режимов трелевочных тракторов ТДТ-55М и ТБ-1М: автореф. дис. …канд. техн. наук: 05.06.02. – Л.: ЛТА, 1978. – 19 с.

References

1. Aleksandrov V.A. Dinamicheskie nagruzki v lesosechnyh mashinah. L.: Izd-vo LGU, 1984. 152 p.

2. Aleksandrov V.A. Modelirovanie tehnologicheskih processov lesnyh mashin. M.: Jekologija, 1995. 258 p.

3. Varava V.I., Zhendaev S.T. Harakteristiki dvigatelja i transmissii lesotrans-portnoj mashiny: uchebnoe posobie. L.: LTA, 1981. 72 p.

4. Zabavnikov N.A. Osnovy teorii transportnyh gusenichnyh mashin. M.: Mashino-stroenie, 1975. 448 p.

5. Shol N.G. Issledovanie jekspluatacionnyh rezhimov trelevochnyh traktorov TDT-55M i TB-1M: avtoref. dis. …kand. tehn. nauk: 05.06.02. L.: LTA, 1978. 19 p.

Рецензенты:

Павлов А.И., д.т.н., профессор кафедры лесных, деревообрабатывающих машин и материаловедения, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта;

Александров В.А., д.т.н., профессор кафедры лесных, деревообрабатывающих машин и материаловедения, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта.