

References

1. Mikulin, Yu.V. Start of cold engines at low temperature / Yu. V. Mikulin, V. V. Karnitsky, B. A. Englin. –M.: Mashinostroenie, 1971. – 216 p.

2. Minkin, M.L. Start-up of automotive vehicles / M. L. Minkin. – Moscow: Mashgiz, 1948. – 124 p.

3. Petroleum products. Property, quality, application. Handbook / under the general editorship of B. V. Losikov. – M. : Chemistry, 1966. – 776 p.

4. Minkin, M. L. Starting devices of automobile engines / M. L. Minkin. – M. : Mashgiz, 1961. – 140 p.

5. Karnitsky, V. V. Start of cold engines with the help of flammable liquid / V. V.Karnitsky, M.

L.Minkin // Automotive industry. – 1965. – № 11. – p. 10–15.

6. Interstate standard. Diesel fuel. Technical conditions: GOST 305-82: Introduction. 01.01.2015. – Moscow: Standartinform, 2014. – 15 p.

7. Englin, B. A. Influence of cetane number of diesel fuels on engine start / B. A. Englin [et al.] // Automotive industry. – 1965. – No. 8. – P. 14–19.

8. Zen.yandex.ru [Electronic resource]. – Access mode: Cetane number. A detailed explanation of the important characteristics of diesel fuel! | Oil-choice.EN | Yandex Zen (yandex.ru) – Access date: 18.10.2021(in Russian).

УДК 630.377.44

КЛОКОВ Д. В., канд. техн. наук, доц.,
доцент каф. «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод»¹
E-mail: klokov_dm@bntu.by

ЛЕОНОВ Е. А., канд. техн. наук, доц.,
доцент²
E-mail: debarger13@rambler.ru

ГАРАБАЖИУ А. А., канд. техн. наук, доц.,
доцент²
E-mail: garabazhiu_aa@bntu.by

ЛЕШКЕВИЧ А. Ю., канд. техн. наук, доц.,
доцент каф. «Инженерная графика машиностроительного профиля»¹
E-mail: leshkevich_ayu@bntu.by

¹Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Поступила в редакцию 16.09.2022

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПРИЦЕПНОГО ФОРВАРДЕРА «БЕЛАРУС» ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ МАНЕВРЕННОСТИ И ПРОХОДИМОСТИ

В статье рассматривается оценка основных свойств использования прицепной погрузочно-транспортной машины в типичных условиях эксплуатации с применением разработанных методик. Машина служит для более эффективной заготовки сортиментов на рубках ухода. Эксплуатационные свойства прицепного форвардера в значительной степени зависят от его основных компоновочных параметров: осевых нагрузок, базы, размещения элементов технологического оборудования. Для оценки маневренности был проведен анализ существующей сети дорог, просек и различных трасс.

Максимальный процент поврежденности древостоя соответствует наихудшему алгоритму движения машины, при котором приходится проезжать все возможные промежутки между растущими деревьями. Расчет габаритной полосы движения (ГПД) при повороте форвардеров на различный угол с различными режимами движения проводился для исследования влияния конструктивных параметров прицепных форвардеров на вписываемость в заданную габаритную зону, определяемую эксплуатационными условиями. В случае учета при проведении расчетов бокового увода шин указанные показатели ухудшаются в пределах, не превышающих 4 %. Проведенный анализ показателей опорной проходимости позволил рекомендовать оснащение погрузочно-транспортной машины шинами различного типоразмера, при возможности ее круглогодичная эксплуатация на лесных почвах без ограничений, как по величине давления на грунт, так и по колееобразованию. На лесных почвах со слабой несущей способностью, характеризующихся избыточным увлажнением (торфяно-болотно-глеевые), эксплуатация машины возможна лишь в зимний период либо требуется использование специальных гусеничных лент. Полученные новые данные по эксплуатационным свойствам прицепного форвардера в условиях эксплуатации лесохозяйственных и лесозаготовительных предприятий Республики Беларусь могут быть использованы при создании новых машин.

Ключевые слова: движитель, лесная машина, форвардер, технологическое оборудование.

Введение

В настоящее время ОАО «МТЗ» уже создан ряд лесных машин, оправдавших себя в эксплуатации. Созданы и серийно выпускаются трелевочная BELARUS МУЛ-1221 и погрузочно-транспортные машины BELARUS МЛПТ-344, МЛ-131 [1–2].

Указанные машины успешно эксплуатируются на рубках главного пользования. Однако для более эффективной заготовки сортиментов на рубках ухода требуются, в зависимости от конкретных природно-производственных условий, различные варианты погрузочной и трелевочной техники, в том числе и варианта прицепного форвардера. В связи с этим реализация машины по схеме – «лесохозяйственный вариант трактора BELARUS МУЛ-82.2 (МУЛ-1221) + прицепная платформа с гидроманипулятором», является актуальным [3–5].

Основная часть

Прицепная погрузочно-транспортная машина включает лесохозяйственный вариант трактора «Беларус» с доработками, обеспечивающими размещение системы управления манипулятором, реверсирование рабочего места оператора, выполнение требований безопасности к лесозаготовительным машинам, а также одноосный полуприцеп с активным приводом колес, гидроманипулятором, грузовой платформой для транспортировки круглых лесоматериалов длиной от 2 до 6 метров, стойками, кониками и элементами ограждения.

Соединение трактора с полуприцепом осуществляется с помощью гидрофицированного крюка.

Пульт управления гидроманипулятором установлен со стороны задней стенки кабины

трактора таким образом, чтобы при повороте сиденья обеспечивалось удобство работы гидроманипулятором.

Эксплуатационные свойства прицепного форвардера в значительной степени зависят от его основных компоновочных параметров: осевых нагрузок, базы, размещения элементов технологического оборудования. Полученные в результате компоновочного расчета опорные реакции (осевые нагрузки) учитывались при оценке устойчивости, управляемости, проходимости, тягово-скоростных и тормозных свойств.

Прицепные форвардеры без силовых гидроцилиндров поворота в сцепном устройстве рассмотрены в вариантах, когда прицепными звеньями являются двухосные полуприцепы с варьированием величины их продольной базы и длины перевозимых сортиментов.

В рассматриваемых случаях минимальный радиус поворота и как следствие ширина габаритной полосы зависит от двух основных параметров – базы и угла поворота управляемых колес.

Вычислительный процесс моделирования криволинейного движения включает два основных этапа – формирование управляющей функции (режима поворота) и вычисление параметров движения (координат характерных точек).

Расчет габаритной полосы движения (ГПД) при повороте форвардеров на различный угол с различными режимами движения проводился для исследования влияния конструктивных параметров форвардеров на вписываемость в заданную габаритную зону, определяемую эксплуатационными условиями. Известно, что минимальные радиусы закруглений технологических проездов в условиях лесозаготовок составляют 8 м. Показатели маневренности

прицепных погрузочно-транспортных машин оцениваются по результатам их расчетной оценки при движении машины на повороте на угол 90° , 180° и 360° (рисунок 1 и 2).

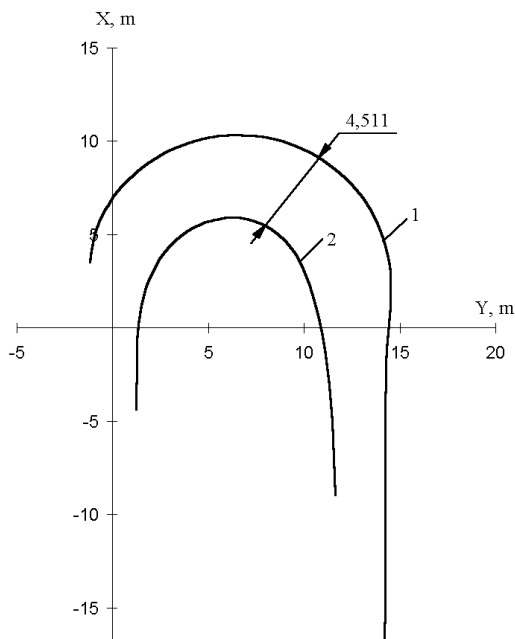


Рисунок 1 – Кинематика движения прицепного форвардера без силовых гидроцилиндров поворота на 180° :
1 – траектория наружной точки машины;
2 – траектория внутренней точки

Рассмотрим показатели маневренности прицепных форвардеров без силовых гидроцилиндров поворота. Расчетом оценивались компоновочные схемы сортиментовозов в составе тягача с двухосным полуприцепом.

Анализ результатов расчета показателей маневренности погрузочно-транспортных машин без гидроуправляемого дышла показывает, что увеличение длины платформы полуприцепа на 1,2 м не оказывает существенного влияния на их значения. В обоих случаях, как для базового, так и для удлиненного вариантов, ширина габаритной полосы движения составляет соответственно при круговом движении и при поворотах на 180° и 90° – 4,693, 4,511 и 3,865 м. Исходя из этого можно указать приемлемые границы коридора движения машины по лесосеке удовлетворяющие условиям успешного проведения лесозаготовительных работ. Для исследуемого варианта машины данные значения будут варьироваться в пределах 3,5–3,7 м. В случае учета при проведении расчетов бокового увода шин указанные показатели ухудшаются в пределах, не превышающих 4 %.

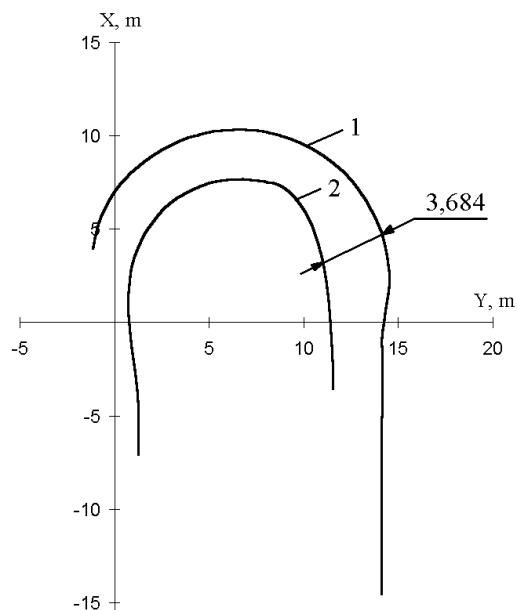


Рисунок 2 – Кинематика движения прицепного форвардера с силовыми гидроцилиндрами поворота на 180° :
1 – траектория наружной точки машины;
2 – траектория внутренней точки

При обосновании параметров лесных машин исключительно важное значение имеет оценка их экологической совместимости с лесной средой и, в частности, оценка воздействия на лесные почво-грунты. К показателям, оценивающим воздействие движителей лесных машин на почву, относятся давление на грунт, площадь контакта движителей и пачки с опорной поверхностью, колееобразование, степень уплотнения и минерализации лесных площадей.

Для удобства представления полученных результатов по оценке опорной проходимости лесных машин на базе прицепной погрузочно-транспортного агрегата разработана номограмма [6], отображающая зависимость давления на опорную поверхность q (квадрант II), глубины колеи h (квадрант III) в зависимости от нагрузки на шину P_k . Для сравнения, как ограничивающий фактор, в квадранте I приведена несущая способность лесных почв. Номограмма позволяет оценивать параметры проходимости, задавая любой из приведенных на ней факторов в качестве исходного. Для этого в квадранте IV проводятся линии связи, которые взаимоувязывают категорию лесных почв с параметрами глубины колеи, нагрузкой на колеса (мосты) и давлением движителя.

Проведенный анализ показателей опорной проходимости позволил рекомендовать оснащение погрузочно-транспортной машины шинами 420/70R24 Бел-90LS (передний мост трактора), 520/70R38LS Бел-111 (задний мост трактора) и 16.5/70-18 (тележка прицепа). В этом варианте шин возможна ее круглогодичная эксплуатация на I-II категориях лесных почв без

ограничений, как по величине давления на грунт, так и по колееобразованию.

На лесных почвах с несущей способностью 20 кПа и менее, характеризующихся избыточным увлажнением (торфяно-болотно-глеевые), эксплуатация машины возможна лишь в зимний период либо требуется использование специальных гусеничных лент. На почвах IV категории, составляющих 23 % от общей лесопокрытой площади, в весенне-осенний период эксплуатация машины будет ограничена и сопровождаться быстрым разрушением растительного (гумусового) слоя и образованием глубокой колеи на волоках при неоднократных проходах машины.

Заключение

По нашему мнению, применение для лесных целей шасси с использованием различного навесного и прицепного технологического оборудования позволяет решить целый ряд задач на заготовке древесины с учетом необходимых лесоводственных и экологических требований [6–7].

Литература

1. Леонов, Е. А. Технология лесозаготовок и переработки древесины : учебно-методическое пособие / Е. А. Леонов, Д. В. Клоков. – Минск : Белорусский государственный технологический университет, 2018. – 231 с.

2. Федоренчик, А. С. Технология и оборудование лесосечных и лесоскладских работ : учебно-методическое пособие / А. С. Федоренчик, Д. В. Клоков, Е. А. Леонов. – Минск : Белорусский государственный технологический университет, 2016. – 204 с.

3. Клоков, Д. В. Оборудование лесопромышленных предприятий. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 01 «Машины и оборудование лесной промышленности» / Д. В. Клоков, И. В. Турлай, Е. А. Леонов. – Минск : Белорусский государственный технологический университет, 2015. – 200 с.

4. Golyakevich, S. Workload estimation of harvesters during the operations of work cycle / S. Golyakevich, A. Goronovsky // Transport. – 2013. – Vol. 28. – No. 3. – P. 322–329.

5. Dag Fjeld & Dag Fjeld & Øivind Østby-Berntsen (2020) The effects of an auxiliary axle on forwarder rut development – a Norwegian field study, International Journal of Forest Engineering, 31:3, 192-196, DOI: 10.1080/14942119.2020.1765645.

6. Особенности оценки эксплуатационных свойств прицепного форвардера «Беларус» при проведении лесозаготовительных работ / Д. В. Клоков [и др.] // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе : материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 6–7 июня 2019 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 107–112.

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

KLOKOV Dmitriy V., Ph.D. in Eng., As. Prof.,
Associate Professor¹
E-mail: klokov_dm@bntu.by

LEONOV Evgeniy A., Ph.D. in Eng., As. Prof.,
Associate Professor²
E-mail: debarger13@rambler.ru

GARABAZHIU Aleksandr A., Ph.D. in Eng., As. Prof.,
Associate Professor²
E-mail: garabazhiu_aa@bntu.by

LESHKEVICH Aleksandr Yu., Ph.D. in Eng., As. Prof.,
Associate Professor¹
E-mail: leshkevich_ayu@bntu.by

¹Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

Received 16 September 2022

EVALUATION OF THE OPERATIONAL PROPERTIES OF THE «BELARUS» TRAILER FORWARDER IN TERMS OF MANEUVERABILITY AND CROSS-COUNTRY ABILITY

The article considers the assessment of the main properties of the use of a trailed loading and transport vehicle in typical operating conditions using the developed techniques. The machine is used for more efficient harvesting of wood at logging operations for forest care. The operational properties of a trailed forwarder largely depend on its basic layout parameters: axial loads, base, placement of elements of technological equipment. To assess maneuverability, an analysis of the existing network of roads, glades and various routes was carried out. The maximum percentage of damage to the stand corresponds to the worst algorithm of the forwarder's movement, in which it is necessary to pass all possible gaps between growing trees. The calculation of the overall traffic lane (GPA) when turning forwarders at different angles with different driving modes was carried out to study the influence of the design parameters of trailed forwarders on the fit into a given dimensional zone determined by operational conditions. In the case of taking into account the lateral withdrawal of tires during calculations, these indicators deteriorate within the limits not exceeding 4 %. The analysis of the indicators of the supporting patency allowed us to recommend equipping the loading and transport vehicle with tires of various sizes, if possible, its year-round operation on forest soils without restrictions, both in terms of ground pressure and track formation. On forest soils with weak bearing capacity, characterized by excessive moisture (peat-marsh-gley), the operation of the machine is possible only in winter or requires the use of special caterpillar belts. The obtained new data on the operational properties of the trailed forwarder in the conditions of operation of forestry and logging enterprises of the Republic of Belarus can be used when creating new machines.

Key words: *wheel mover, logging machine, forwarder, technological equipment.*

References

1. Leonov, E. A. Technology of logging and wood processing : an educational and methodological manual / E. A. Leonov, D. V. Klokov. –

Minsk : Belarusian State Technological University, 2018. – 231 p.

2. Fedorenchik, A. S. Technology and equipment of logging and forestry works: an educational

and methodological manual / A. S. Fedorenchik, D. V. Klokov, E. A. Leonov. – Minsk : Belarusian State Technological University, 2016. – 204 p.

3. Klokov, D. V. Equipment of timber industry enterprises. Laboratory workshop : educational and methodical manual for students of specialty 1-36 05 01 «Machinery and equipment of the forest complex» specialization 1-36 05 01 01 «Machinery and equipment of the forest industry» / D. V. Klokov, I. V. Turlai, E. A. Leonov. – Minsk : Belarusian State Technological University, 2015. – 200 p.

4. Golyakevich, S. Workload estimation of harvesters during the operations of work cycle / S. Golyakevich, A. Goronovsky // Transport. – 2013. – Vol. 28. – No. 3. – P. 322–329.

5. Dag Fjeld & Øivind Østby-Berntsen (2020) The effects of an auxiliary axle on forwarder rut

development – a Norwegian field study, International Journal of Forest Engineering, 31:3, 192–196, DOI: 10.1080/14942119.2020.1765645.

6. Features of the evaluation of operational properties of the Belarus trailer forwarder during logging operations / D. V. Klokov [et al.] // Energy efficiency and energy saving in modern production and society : materials of the international scientific and practical conference, Voronezh, 06–07 June 2019. – Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2019. – P. 107–112.

7. Klokov, D. V. Substantiation of parameters and evaluation of dynamic indicators of a forest wheeled loading and transport vehicle: dis. ... Candidate of Technical Sciences: 05.21.01: protected on 27.12.2001 / D. V. Klokov. – Minsk, 2001. – 166 p.

УДК 656.072+629.34-83

КАРАСЁВА М. Г.,

ст. преп.

E-mail: mkaraseva@bntu.by

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Поступила в редакцию 25.11.2022

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЫБОРА ПАССАЖИРАМИ МАРШРУТА ГОРОДСКОЙ ПОЕЗДКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ПЕРСОНАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ

В статье излагается разработанный автором метод прогнозирования выбора пассажирами маршрута городской поездки с использованием средств персональной мобильности (СПМ). Результаты такого прогнозирования необходимы для сравнения вариантов перспективного развития городских транспортных систем, включающих СПМ, а также при проектировании новых транспортных систем.

При выборе маршрута поездки горожанин оценивает и сопоставляет не только затраты времени и денежные затраты на передвижение, но и множество других факторов, в том числе виды транспорта, интенсивность движения, цель поездки, расположение остановочного пункта, удобство пересадки, график работы транспорта, удобство оплаты проезда и т.д. Результаты оценки также будут зависеть от категории самого пассажира и целей его поездки.

Задача о выборе маршрута горожанином может быть решена на основе сравнения значений интегрального показателя, рассчитываемых для каждого из вариантов маршрута. Интегральный показатель учитывает не только денежные затраты и затраты времени на поездку, но и формализует субъективную оценку пассажирами многообразных условий поездки.

Ключевые слова: средства персональной мобильности, городские пассажирские перевозки, прогнозирование, транспортная система, организация дорожного движения.