

УДК 630*36

В. А. Коробкин¹, С. П. Мохов², С. Е. Арико², С. А. Голякевич²¹ОАО «Минский тракторный завод»²Белорусский государственный технологический университет**ОЦЕНКА ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

В статье представлены основные результаты испытаний опытного образца погрузочно-транспортной машины повышенной грузоподъемности производства открытого акционерного общества «Минский тракторный завод». В соответствии с разработанной программой-методикой проведены исследования тягово-сцепных свойств данной лесной машины при движении передним и задним ходом. Также были проведены измерения, позволившие установить перераспределение сцепного веса между колесами правого и левого бортов энергетического и технологического модулей. Исследования проводились в порожнем состоянии и при полной загрузке грузовой платформы сортирентами. Испытания осуществлялись при работе лесозаготовительной машины в характерных природно-производственных условиях эксплуатации лесозаготовительной техники в Республике Беларусь. В статье приведены данные о применяемом оборудовании, его размещении, зависимости, которые отражают процесс регистрации измеряемых параметров. При обработке результатов получены характеристики изменения тягово-сцепных свойств погрузочно-транспортной машины от типа грунта. На основе анализа результатов исследований тягово-сцепных свойств и оценки общей компоновки лесной машины, а также приемочных испытаний разработаны рекомендации по корректировке параметров, доработана конструкторская документация и принято решение о постановке лесной погрузочно-транспортной машины грузоподъемностью 7 т на серийное производство.

Ключевые слова: форвардер, испытания, измерительное оборудование, тяга, компоновка.

V. A. Korobkin¹, S. P. Mokhov², S. Ye. Ariko², S. A. Golyakevich²¹OJSC “Minsk Tractor Works”²Belorussian State Technological University**ASSESSING THE TRACTION CHARACTERISTICS OF LOADING AND TRANSPORT MACHINES IN REAL CONDITIONS OF EXPLOITATION**

The article presents the main results of prototype testing of loading and transport machines of high capacity production, open joint stock company “Minsk tractor works”. In accordance with the developed programme methodology of the conducted study the traction characteristics of the forest machine in forward and reverse. Also measurements were conducted, which allowed to establish the redistribution of the coupling weight between the wheels right and left sides of energy and process modules. The research was carried out in the unladen condition and when fully loaded the loading platform with a door. The tests were carried out with the machine work of timber in natural and production conditions of timber harvesting equipment in the Republic of Belarus. In article the data about the equipment used, its location, dependencies, which reflect the process of registration of the measured parameters. During the processing of results obtained characteristics changes the traction characteristics of loading and transport machines to the type of soil. Based on the analysis of the results of research of traction-coupling properties and assess the overall layout of the forest machine, and the acceptance tests developed recommendations for adjusting the parameters, the modified design documentation and decided on the formulation of forest loading-transport machines with load capacity of 7 tons for mass production.

Key words: forwarder, testing, instrumentation, traction, layout.

Введение. В соответствии с заданием 5.3 «Разработать с учетом импортозамещения перспективный типаж лесных машин “Беларус” и создать на его основе погрузочно-транспортную машину грузоподъемностью 7 т с улучшенными техническими характеристиками» ГНТП «Леса Беларуси – продуктивность, устойчивость, эффективное использование» на 2015 год было запланировано проведение исследова-

тельских испытаний, включающих изучение тягово-сцепных свойств опытного образца погрузочно-транспортной машины с улучшенными техническими характеристиками при выполнении транспортных операций в порожнем и груженом состоянии [1].

Основная часть. В соответствии с разработанной программой и методикой [4] проведены исследования тягово-сцепных свойств данной

лесной машины в реальных условиях эксплуатации. Исследования проводились с использованием современного многофункционального специализированного оборудования при выполнении рабочего и холостого хода, а также осуществлении технологических операций погрузочно-транспортной машиной.

Определение сцепного веса и исследование перераспределения реакций между колесами энергетического и технологического модулей осуществлялось с использованием тензометрических датчиков вертикальных нагрузок УД-1 (рис. 1), которые подключались к восьмиканальному многофункциональному измерительному усилителю «Spider 8» и портативному переносному компьютеру [2].

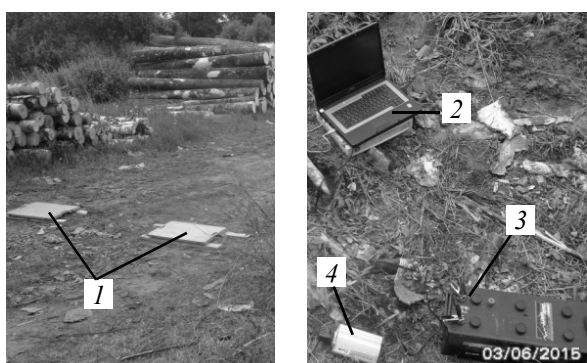


Рис. 1. Измерительное оборудование: 1 – тензометрические датчики вертикальных нагрузок УД-1; 2 – многофункциональный усилитель «Spider 8» с компьютером; 3 – аккумулятор; 4 – преобразователь

В соответствии с результатами измерений было установлено, что реакции под левыми и правыми колесами технологического и энергетического модулей отличаются (рис. 2).

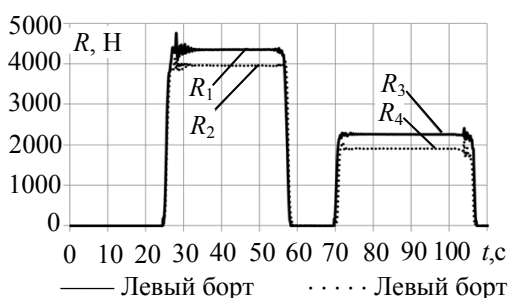


Рис. 2. Распределение нагрузки между колесами порожней погрузочно-транспортной машины: R_1, R_2 – реакции под левым и правым колесами энергетического модуля; R_3, R_4 – реакции под левым и правым колесами технологического модуля

Так, статическая реакция под левым колесом энергетического модуля порожней погрузочно-транспортной машины на 10% (3958 Н)

превышает реакцию под правым. На технологическом модуле характер распределения реакций имеет аналогичный характер. Реакция под левым колесом превышает реакцию под правым на 18% (3526Н). Суммарная разница реакций по бортам составляет 13% (7484 Н) при общем весе 124 626 Н.

При транспортировке сортиментов длиной 4 м и полной загрузке грузовой платформы полный вес погрузочно-транспортной машины составил 199 779 Н (рейсовая нагрузка 75 153 Н), а реакции между колесами правого и левого борта распределились следующим образом (рис. 3):

- энергетический модуль – 52,0% / 48,0%;
- технологический модуль – 50,6% / 49,4%;
- машины в целом – 51,4 % / 48,6%.

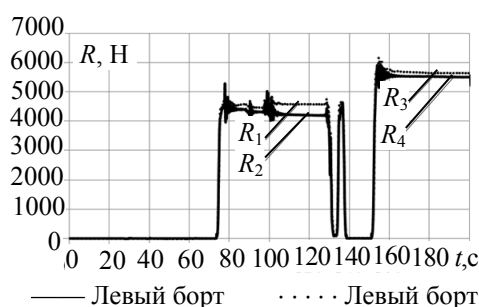


Рис. 3. Распределение нагрузки между колесами грузовой погрузочно-транспортной машины: R_1, R_2 – реакции под левым и правым колесами энергетического модуля; R_3, R_4 – реакции под левым и правым колесами технологического модуля

Определение максимального тягового усилия производилось в соответствии с ГОСТ 27247-87 (ИСО 7464-83). Оценка данного показателя осуществлялась на основе установленных с использованием электронного динамометра типа АЦДУ 200И-1 максимальных значений тяговых усилий, реализуемых машиной в груженом и порожнем состоянии с включенным и выключенным полным приводом при выполнении транспортных операций на различных передачах. Питание электронного динамометра осуществлялось от автомобильного аккумулятора через преобразователь электрического тока (Power Inverter 12/220V, 600W, НТ-Е-600) (рис. 4).



Рис. 4. Электронный динамометр типа АЦДУ 200И-1

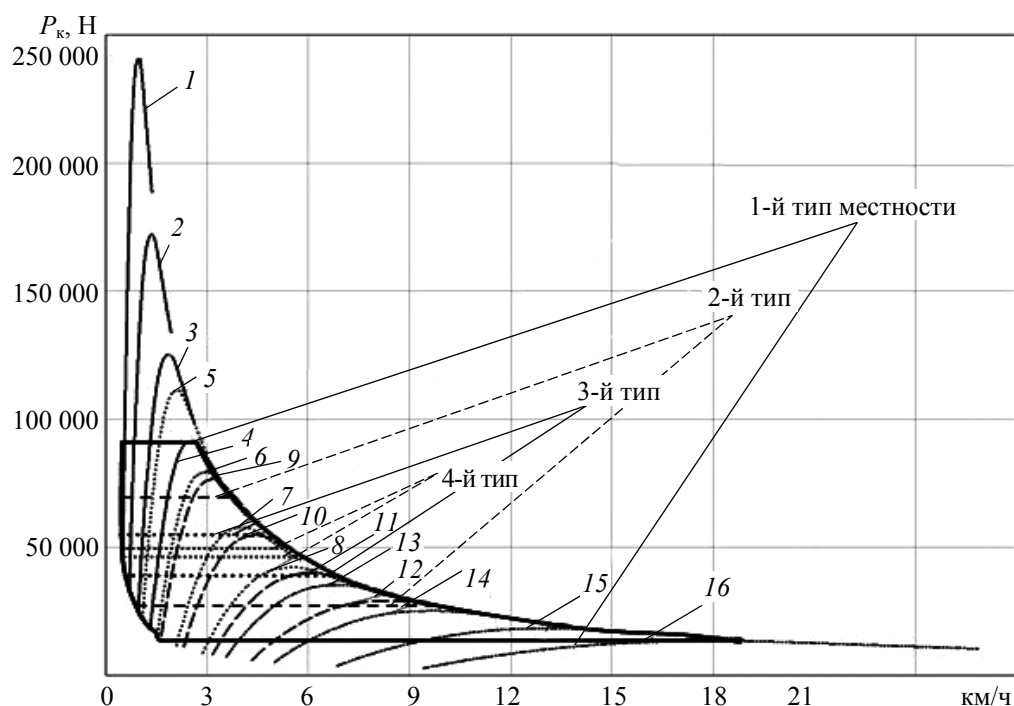


Рис. 5. Тягово-скоростная характеристика грузовой погрузочно-транспортной машины

Результаты проведенных исследований позволили построить тягово-скоростные характеристики погрузочно-транспортной машины, отражающие основные эксплуатационные показатели машины на различных грунтах при движении с грузом и без него на передачах переднего (рис. 5) и заднего хода.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что форвардер обладает высокой проходимостью. Так, грузевая лесная машина может эффективно работать на грунтах 1–3 типов. При этом возможно реализовывать касательную силу тяги в диапазоне 14–89 кН на грунтах 1-го типа, 28–79 кН – 2-го типа, 39–57 кН – 3-го типа. Движение на грунтах 4-го типа практически невозможно ввиду узкого диапазона реализации касательной силы тяги, поэтому эксплуатация погрузочно-транспортной машины в данных условиях является неэффективной и нецелесообразной.

Следует отметить, что движение форвардера по грунтам с высокими показателями несущей способности возможно с помощью только переднего моста, так как максимальная касательная сила тяги, развиваемая колесами энергетического модуля, в 1,7–1,8 раза превышает силу сопротивления движению.

Сила сопротивления движению погрузочно-транспортной машины при движении по волокнам 3-го типа местности составляет 58–61 кН.

Касательная сила тяги достигает 65–67 кН при буксовании колес 24–26%.

Заключение. В ходе выполнения работы проведен анализ и осуществлена оценка результатов приемочных и исследовательских испытаний. В соответствии с результатами исследований технические характеристики опытного образца лесной погрузочно-транспортной машины соответствуют техническому заданию, техническим условиям, требованиям стандартов безопасности.

При этом общая компоновка данной лесной машины близка к оптимальной, что позволяет реализовывать тяговые свойства в самых экстремальных условиях эксплуатации (грунты с низкой несущей способностью, значительные уклоны местности) [3]. С целью дальнейшего повышения эксплуатационных свойств предложено изменить конструкции тормозной системы. На основе полученных результатов исследований даны рекомендации по корректировке параметров погрузочно-транспортной машины.

В целом проведенные испытания подтвердили возможность и целесообразность постановки погрузочно-транспортной машины грузоподъемностью 7 т на производство, а также возможность дальнейшего совершенствования конструкции в направлении увеличения рейсовой нагрузки.

Литература

1. Голякевич С. А. Анализ эксплуатационных режимов работы многооперационных лесозаготовительных машин // Труды БГТУ. 2013. № 2: Лесная и деревообработ. пром-сть. С. 72–78.

2. Результаты испытаний харвестера МЛХ-414 для рубок промежуточного пользования / С. Е. Арико [и др.] // Механика технологических процессов в лесном комплексе: Материалы Международ. науч.-техн. конф., Ч 2. ВГЛТУ, г. Воронеж, 25–27 марта 2014 г. С. 179–183. DOI: 10.12737/3130.

3. Конструктивные способы повышения проходимости форвардеров / С. П. Мохов [и др.] // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: материалы Международ. заочной науч.-техн. конф., Воронеж, 17–19 марта 2015 г. / Федеративное гос. бюджет. образовательное учрежд. высш. проф. образования «Воронеж. гос. лесотехн. акад.»; редкол.: В. М. Бугаков (гл. ред.) [и др.]. Воронеж, 2015. Ч. 1. С. 266–269.

4. Методика и оценка эффективности эксплуатации погрузочно-транспортной машины в условиях Республики Беларусь / Голякевич С.А. [и др.] // Труды БГТУ. 2014. № 2: Лесная и деревооб- раб. пром-сть. С. 30–32.

References

1. Golyakevich S. A. Analysis of operational modes multifunctional forest harvesting machines. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU]. 2013, no. 2: Forest and Woodworking Industry, pp. 72–78. (In Russian).

2. Ariko S. Y., Simanovich V. A., Mokhov S. P., Pischov S. N. [Test results harvester MLH-414 for intermediate felling]. *Materialy MNTK "Mekhanika tekhnologicheskikh protsessov v lesnom komplekse"* [Proceedings of the IRTC Mechanics of technological processes in the forest complex], Voronezh, VGLTU, 25–27 March 2014, part 2., pp. 179–183. DOI: 10.12737/313130.

3. Mokhov S. P., Kononovich D. A., Ariko S. Y., Golyakevich S. A. [Constructive ways to improve passability forwarders]. *Materialy MNTK "Mekhanika tekhnologicheskikh protsessov v lesnom komplekse"* [Proceedings of the IRTC Mechanics of technological processes in the forest complex], Voronezh, VGLTU, 17–19 March 2015, part 1, pp. 266–269 (In Russian).

4. Golyakevich S. A., Mokhov S. P., Goronovski A. R., Pischov S. N., Ariko S. Y. Methodology and evaluation of efficiency of operation forwarder under the Republic of Belarus. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2014, no. 2: Forest and Woodworking Industry, pp. 30–32 (In Russian).

Информация об авторах

Коробкин Владимир Андреевич – доктор технических наук, профессор, главный конструктор специального производства. ОАО «Минский тракторный завод» (220070, г. Минск ул. Долгобродская, 29, Республика Беларусь). E-mail: okbmtz@tut.by.

Мохов Сергей Петрович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой лесных машин и технологии лесозаготовок. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: lmitlz@belstu.by.

Арико Сергей Евгеньевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: sergeyariko@mail.ru.

Голякевич Сергей Александрович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова 13а, Республика Беларусь). E-mail: gsa@belstu.by

Information about the authors

Korobkin Vladimir Andreevich – DSc (Engineering), Professor, chief designer of special production. OJSC "Minsk Tractor Works" (29, Dolgobrodskaya str., 220070, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: okbmtz@tut.by.

Mokhov Sergey Petrovich – PhD (Engineering), Assistant Professor, Head of the Department of Logging Machinery and Technologies. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lmitlz@belstu.by.

Ariko Sergey Yevgen'evich – PhD (Engineering), Senior Lecturer of the Department of Logging Machinery and Technologies. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sergeyariko@mail.ru.

Golyakevich Sergey Aleksandrovich – PhD (Engineering), Senior Lecturer of the Department of Logging Machinery and Technologies. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gsa@belstu.by

Поступила 15.02.2016