

МОДЕРНИЗАЦИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

М.А. Быковский, П.С. Елисеев, М.И. Голубев

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

bykovskiy@mgul.ac.ru

Рассмотрена новая компоновка многофункциональной лесозаготовительной машины, созданной на базе форвардера Амкодор 2631 путем дооснащения ее прицепа гусеничным механизмом. Представлена схема спроектированной компоновки многофункциональной лесозаготовительной машины. Приведен предварительный расчет оптимального пятна контакта дооснащенного модуля проектируемой компоновки машины. Изложено описание возможных технических решений при ее эксплуатации. Предложенная компоновка позволяет расширить технико-эксплуатационные показатели лесозаготовительной машины.

Ключевые слова: многофункциональная лесозаготовительная машина, форвардер, погрузочная телега, гусеничный механизм, проходимость, производительность

Ссылка для цитирования: Быковский М.А., Елисеев П.С., Голубев М.И. Модернизация многофункциональной лесозаготовительной машины // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 2. С. 116–119. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-2-116-119

В настоящее время лесная отрасль России в целом и лесопромышленный комплекс в частности развиваются достаточно динамично. Лесозаготовительное производство является одним из основополагающих направлений развития этого комплекса.

Для совершенствования технико-эксплуатационных показателей машин лесозаготовительного производства требуется модернизация. Прежде всего, это касается их проходимости, поскольку природно-производственные условия лесозаготовок в Российской Федерации существенно различаются. Важными показателями служат слабая несущая способность, переувлажненность и заболоченность грунтов, преобладающие на ее территории. В последние годы температурный режим атмосферы воздуха, особенно в пределах Европейской части России, изменился в сторону повышенных температурных значений. В зимний период значения температуры воздуха приблизились к нулевой отметке, а продолжительность морозных дней сократилась. Эти перемены стали вызовом для лесозаготовителей. Появилась необходимость пересмотра технологических режимов заготовок и вывозок древесины.

Рассмотрим одно из возможных решений для сложившейся ситуации.

Цель работы

Цель работы — повышение технико-эксплуатационных показателей многофункциональной лесозаготовительной машины (форвардера) на базе Амкодор 2631 путем увеличения площади опорной поверхности телеги форвардера.

Объекты и методика исследований

Одним из способов повышения опорно-сцепной проходимости лесозаготовительных машин является увеличение площади опорной поверхности [1, 2]. Базовая машина форвардер Амкодор 2631 (рис. 1) имеет достаточную проходимость на грунтах с высокой и средней несущей способностью [3–6], а для повышения проходимости на грунтах с низкой несущей способностью, которой характеризуется заболоченная местность, снежный покров и т. п., предусмотрена установка и дальнейшее снятие цепей противоскольжения, для чего необходимо дополнительное время и навыки оператора. Практика показывает, что этого недостаточно для условий отдельных регионов России, где заготовка ведется круглогодично, а граница сезонности размывта. В таких регионах, как правило, грунты имеют постоянную низкую несущую способность, а лесовозные дороги труднопроходимые и разбитые. Для этого требуется не только повышенная проходимость лесозаготовительных машин, но и гарантированная способность сохранения лесовозных дорог при долгосрочной эксплуатации [7–10].

Для решения указанных проблем была спроектирована компоновка телеги форвардера, сочетающая в себе характеристики как колесной, так и гусеничной машины [1, 6] (рис. 2).

С помощью расчетов площади опорной поверхности телеги базовой машины и проектируемой было получено требуемое повышение необходимых показателей. Площадь $A_{\text{ш}}$ пятна контакта шины определена по формуле

$$A_{\text{ш}} = \pi \delta_{\text{ш}} \sqrt{D_{\text{ш}} B_{\text{ш}}}, \quad (1)$$

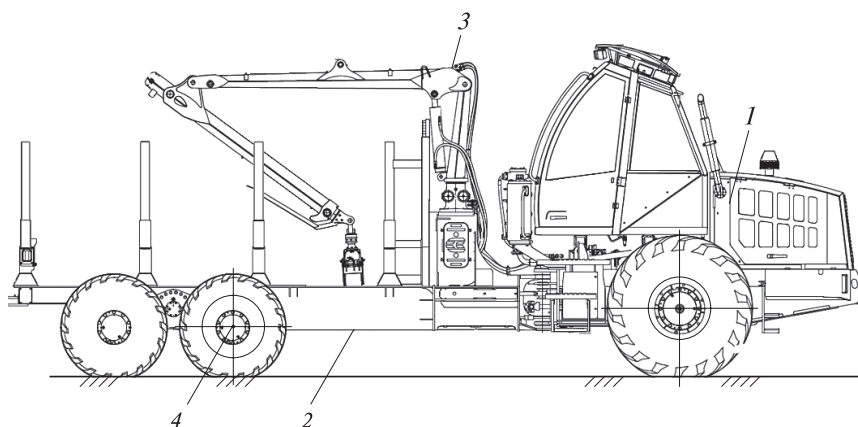


Рис. 1. Базовая машина — форвардер Амкодор 2631: 1 — энергетический модуль; 2 — прицеп форвардера; 3 — технологический модуль (манипулятор); 4 — колесное шасси

Fig. 1. Base machine — Amkodor 2631 forwarder: 1 — power module; 2 — forwarder trailer; 3 — technological module (manipulator); 4 — wheeled chassis

где $\delta_{ш}$ — коэффициент деформация шины, принятый для широкопрофильной шины как 0,16;

$D_{ш}$ — диаметр ненагруженного колеса, м;
 $B_{ш}$ — ширина профиля шины, м.

Для определения оптимальных размеров модуля гусеничного механизма выполнен расчет площади пятна контакта по формуле

$$A_r = D_r \times B_r, \quad (2)$$

где D_r — расстояние между центрами крайних опорных катков, м;

B_r — ширина гусеничной ленты, м.

Результаты и обсуждение

Для сравнительного анализа показателя модуля колесного механизма базовой машины с модулем гусеничного механизма новой компоновки по формуле (1) была определена площадь пятна контакта шины.

Телега базовой машины Амкодор 2631 оснащена сельскохозяйственными шинами Бел-91 24.0/50-22.5, имеющими $D_{ш} = 1,155$ м, $B_{ш} = 0,612$ м. Рассчитав по формуле (1), получаем площадь пятна контакта шины: $A_{ш} = 0,42$ м².

Площадь пятна контакта гусеничного механизма проектируемой машины определена по формуле (2). Для нахождения оптимальной величины A_r значения D_r и B_r были взяты из диапазона допустимых величин (таблица).

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что диапазон расстояния между центрами крайних опорных катков составляет 0,75...1,25 м и при ширине гусеничной ленты 0,612 м образуется площадь контакта от 0,459 до 0,765 м², превышающая площадь пятна контакта шины

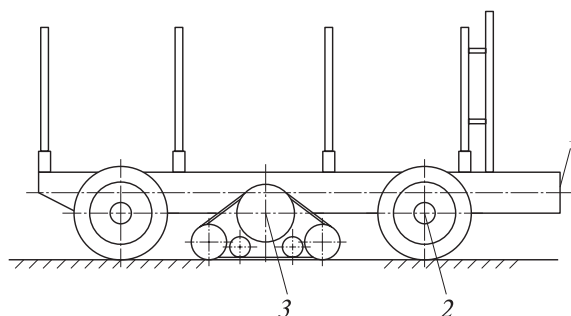


Рис. 2. Проектируемый прицеп форвардера: 1 — прицеп форвардера; 2 — колесное шасси; 3 — гусеничный механизм

Fig. 2. Projected forwarder trailer: 1 — forwarder trailer; 2 — wheeled chassis; 3 — caterpillar mechanism

Определение площади пятна контакта модуля гусеничного механизма Determination of the contact patch area of the tracked module

Расстояние между центрами крайних опорных катков D_r , м	Ширина гусеничной ленты B_r , м	Площадь пятна контакта A_r , м ²
0,5	0,5	0,25
0,75	0,5	0,375
1	0,5	0,5
1,25	0,5	0,625
0,5	0,612	0,306
0,75	0,612	0,459
1	0,612	0,612
1,25	0,612	0,765
0,5	0,75	0,375
0,75	0,75	0,563
1	0,75	0,75
1,25	0,75	0,94

базовой машины в размере 0,42 м². Таким образом, эти диапазоны можно рекомендовать, как наиболее оптимальные. Отметим, что при этом ширина гусеничной ленты равна ширине профиля шины базовой машины Амкодор 2631, а это позволяет избежать образования избыточной колеиности лесных дорог. Есть предположение [13–16], что рекомендуемый диапазон расстояний между центрами крайних опорных катков не будет негативно влиять на поворачиваемость машины в целом.

Данный этап проектирования компоновки многофункциональной лесозаготовительной машины показал, что принятые решения в определенной степени способствуют повышению технико-эксплуатационных показателей проходимости машины вследствие увеличения площади опорной поверхности телеги форвардера [17, 18]. Учитывая специфику работы лесозаготовительных машин, одного решения добавить гусеничный механизм в телегу форвардера может быть недостаточно. Эффективности можно достигнуть при движении форвардера в груженом состоянии по грунтам с низкой несущей способностью, однако при движении по хорошей дороге это может быть неуместно как в груженом, так и порожнем состояниях. В дальнейшем следует учитывать показатели преодоления разовых препятствий, грузовой и порожней скорости движения, поворачиваемости машины и т. д. [19, 20].

Выводы

1. Предложена новая компоновка телеги форвардера, которая сочетает в себе характеристики как колесной, так и гусеничной машины.

2. Гусеничный механизм увеличивает площадь опорной поверхности телеги форвардера, что позволяет работать машины на грунтах с низкой несущей способностью.

3. Рекомендуются ширину гусеничной ленты принимать равной ширине профиля шины, равной 0,612 м для машины Амкодор 2631.

4. Диапазон изменения расстояния между центрами крайних опорных катков 0,75...1,25 м можно считать наиболее оптимальным, так как площадь пятна контакта модуля гусеничного механизма превышает площадь пятна контакта шины базовой машины Амкодор 2631.

Сведения об авторах

Быковский Максим Анатольевич — канд. техн. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), bykovskiy@mgul.ac.ru

Елисеев Павел Сергеевич — аспирант МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), peliseev@mgul.ac.ru

Голубев Михаил Иванович — канд. техн. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), bykovskiy@mgul.ac.ru

Список литературы

- [1] Ксеневиц В.А., Гоберман Л.А., Гоберман В.А. Наземные тягово-транспортные системы. М.: Машиностроение, 2003. С. 155.
- [2] Цытович Н.А. Механика грунтов. М.: Высшая школа, 1983. С. 29–32.
- [3] Агейкин Я.С. Вездеходные колесные и комбинированные движители. М.: Машиностроение, 1972. 184 с.
- [4] Агейкин Я.С. Проходимость автомобилей. М.: Машиностроение, 1972. 232 с.
- [5] Антонов Д.А. Теория устойчивости движения многоосных автомобилей. М.: Машиностроение, 1978. 216 с.
- [6] Певзнер Я.М. Теория устойчивости автомобиля. М.: Маштиз, 1947. 156 с.
- [7] Сидыганов, Ю.Н., Онучин Е.М., Ласточкин Д.М. Модульные машины для рубок ухода и лесовосстановления. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. С. 23–35.
- [8] Котиков В.М. Теория и конструкции машин и оборудования отрасли (Колесные и гусеничные машины). М.: МГУЛ, 2007. С. 79.
- [9] Ерхов А.В., Клубничкин В.Е. Эксплуатационные материалы и экономия топливно-энергетических ресурсов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. С. 56–61.
- [10] Котиков В.М., Еремеев Н.С., Ерхов А.В. Лесозаготовительные и трелевочные машины. М.: Academia, 2004. С. 133–137.
- [11] Быковский М.А., Елисеев П.С. Многофункциональная лесозаготовительная машина. / Патент № 199382. Заявл. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Заявка: 2019145148, 30.12.19. Заявл. 30.12.19. Опубл. 30.08.20. М.: Гос. реестр изобретений РФ, бюл. № 22. 6 с.
- [12] Елисеев П.С. Моделирование работа современных лесозаготовительных машин с использованием инновационных компьютерных программ // Сб. тр. конф. «Инженерные кадры — будущее инновационной экономики России». В 8 ч. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. С. 44–47.
- [13] Гоберман В. А., Гоберман Л. А. Технология научных исследований — методы, модели, оценки. М.: МГУЛ, 2004. С. 34–37.
- [14] Макаренко А.В. Быковский М.А. Многооперационные машины для лесозаготовок и лесохозяйственного производства. М.: Вектор ТиС, 2009. С. 188.
- [15] Григорьев И.В. Редькин А.К. Технология и оборудование лесопромышленных производств. Технология и машины лесосечных работ. Санкт-Петербург: ЛТА, 2010, С. 149.
- [16] Якимович С.Б., Быковский М.А., Якимович С.С. Информационное обеспечение в лесном комплексе. Йошкар-Ола: МГУЛ; МарГТУ, 2002. 205 с.
- [17] Платонов В.Ф. Полноприводные автомобили. М.: Машиностроение, 1981. 279 с.
- [18] Сидоров Н.Н., Сипирин В.Н. Современные методы определения механических свойств грунтов. Л.: Стройиздат, 1972. 136 с.
- [19] Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. М.: Машиностроение, 1990. 352 с.
- [20] Ульянов Н.А. Колесные движители строительных и дорожных машин: Теория и расчет. М.: Машиностроение, 1982. 279 с.

Поступила в редакцию 10.10.2020.

Принята к публикации 02.12.2020.

MULTI-FUNCTIONAL FOREST MACHINE MODERNIZATION

M.A. Bykovskiy, P.S. Eliseev, M.I. Golubev

BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

bykovskiy@mgul.ac.ru

A new layout of a multifunctional logging machine, created on the basis of the Amkodor 263 I forwarder by retrofitting its trailer with a caterpillar mechanism, is considered. A diagram of the designed layout of a multifunctional forestry machine is presented. Preliminary calculation of the optimal contact patch of the retrofitted module of the designed machine layout is presented. The description of possible technical solutions during its operation is stated. The proposed layout allows you to expand the technical and operational indicators of the forestry machine.

Keywords: multifunctional logging machine, forwarder, loading cart, caterpillar mechanism, cross-country ability, productivity

Suggested citation: Bykovskiy M.A., Eliseev P.S., Golubev M.I. *Modernizatsiya mnogofunktional'noy lesozagotovitel'noy mashiny* [Multi-functional forest machine modernization]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 2, pp. 116–119. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-2-116-119

References

- [1] Ksenevich V.A., Goberman L.A., Goberman V.A. *Nazemnye tyagovo-transportnye sistemy*. [Ground traction and transport systems] Moscow: Mashinostroenie, 2003, p. 155.
- [2] Tsytoich N.A. *Mekhanika gruntov* [Soil mechanics]. Moscow: Vysshaya shkola, 1983, pp. 29–32.
- [3] Ageykin YA.S. *Vezdekhodnyye kolesnyye i kombinirovannyye dvizhiteli* [All-terrain wheeled and combined propellers]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1972, 184 p.
- [4] Ageykin YA.S. *Prokhozimost' avtomobiley* [Passage of cars]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1972, 232 p.
- [5] Antonov D.A. *Teoriya ustoychivosti dvizheniya mnogoosnykh avtomobiley* [The theory of stability of motion of multi-axle vehicles]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1978, 216 p.
- [6] Pevzner YA.M. *Teoriya ustoychivosti avtomobilya* [Vehicle stability theory]. Moscow: Mashtiz, 1947, 156 p.
- [7] Sidiganov, Yu.N., Onuchin E.M., Lastochkin D.M. *Modular thinning and reforestation machines* [Modular thinning and reforestation machines]. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2008, pp. 23–35.
- [8] Kotikov V.M. *Teoriya i konstrukcii mashin i oborudovaniya otrasli (Kolesnye i gusenichnye mashiny)* [Theory and design of machinery and equipment in the industry (Wheeled and tracked vehicles)]. Moscow: MSFU, 2007, p. 79.
- [9] Yerkhov A. V., Klubnichkin V.Ye. *Ekspluatatsionnyye materialy i ekonomiya toplivno-energeticheskikh resursov* [Operating materials and economy of fuel and energy resources]. Moscow: BMSTU, 2019, pp. 56–61.
- [10] Kotikov V.M., Yeremeyev N.S., Yerkhov A.V. *Lesozagotovitel'nyye i trelevochnyye mashiny* [Forestry and skidding machines]. Moscow: Academia, 2004, pp. 133–137
- [11] Bykovskiy M.A., Eliseev P.S. *Mnogofunktional'naya lesozagotovitel'naya mashina* [Multifunctional forestry machine]. Patent RF, no. 199382, 2020.
- [12] Eliseev P.S. *Modelirovaniye rabota sovremennykh lesozagotovitel'nykh mashin s ispol'zovaniyem innovatsionnykh komp'yuternykh program* [Modeling the work of modern logging machines using innovative computer programs]. *Inzhenernyye kadry — budushcheye innovatsionnoy ekonomiki Rossii* Materialy Vserossiyskoy studencheskoy konferentsii: v 8 chastyakh [Proceedings of the conference «Engineering personnel — the future of the innovative economy of Russia»]. Yoshkar-Ola: Volga State Technological University, 2015, pp. 44–47.
- [13] Goberman V.A., Goberman L.A. *Tekhnologiya nauchnykh issledovaniy — metody, modeli, otsenki* [Technology of scientific research — methods, models, estimates]. Moscow: MSFU, 2004, pp. 34–37.
- [14] Makarenko A.V., Bykovskiy M.A. *Mногоoperatsionnyye mashiny dlya lesozagotovok i lesokhozyaystvennogo proizvodstva. Uchebnik* [Multi-operation machines for logging and forestry production. Textbook]. Moscow: Vektor TiS, 2009, p. 188.
- [15] Grigor'yev I.V., Red'kin A.K. *Tekhnologiya i oborudovaniye lesopromyshlennykh proizvodstv. Tekhnologiya i mashiny lesoshechnykh rabot* [Technology and equipment for timber industry. Logging technology and machines]. Sankt-Peterburg: LTA, 2010, p. 149.
- [16] Yakimovich S.B., Bykovskiy M.A., Yakimovich S.S. *Informatsionnoye obespecheniye v lesnom komplekse* [Information support in the forestry complex]. Yoshkar-Ola: MSFU–MarGTU, 2002, 205 p.
- [17] Platonov V.F. *Polnoprivodnyye avtomobili* [Vehicle stability theory]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1981, 279 p.
- [18] Sidorov N.N., Sipirin V.N. *Sovremennyye metody opredeleniya mekhanicheskikh svoystv gruntov* [Modern methods for determining the mechanical properties of soils]. L.: Stroyizdat, 1972, 136 p.
- [19] Smimov G.A. *Teoriya dvizheniya kolesnykh mashin* [The theory of motion of wheeled vehicles]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1990, 352 p.
- [20] Ul'yanov N.A. *Kolesnyye dvizhiteli stroitel'nykh i dorozhnykh mashin: Teoriya i raschet* [Wheeled propellers of construction and road machines: Theory and calculation]. Moscow: Mashinostroyeniye, 1982, 279 p.

Authors' information

Bykovskiy Maksim Anatol'yevich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), bykovskiy@mgul.ac.ru

Eliseev Pavel Sergeevich — Pg. of the BMSTU (Mytishchi branch), peliseev@mgul.ac.ru

Golubev Mikhail Ivanovich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), bykovskiy@mgul.ac.ru

Received 10.10.2020.

Accepted for publication 02.12.2020.