

УДК 625.084

**Н. В. Хорошун<sup>1</sup>, М. Т. Насковец<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь<sup>2</sup>Белорусский государственный технологический университет**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ  
НАВЕСНОЙ ТРАМБОВОЧНОЙ ВИБРАЦИОННОЙ ПЛИТЫ  
С ШИРИНОЙ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ДО 4,0 М**

В статье обоснован подход к созданию отечественной импортзамещающей дорожной техники на примере навесной трамбовочной вибрационной плиты с шириной рабочей зоны до 4,0 м. Статья включает краткий обзор существующих вибрационных плит, а также исследований, направленных на совершенствование технологий и оборудования для уплотнения лесохозяйственных дорог при их содержании и обслуживании. Также приведены расчеты гидравлического привода оборудования для выполнения этих операций при непрерывном движении.

Приведена разработанная конструкция навесной трамбовочной вибрационной плиты с шириной рабочей зоны до 4,0 м, применение которой позволит устранить недостатки серийно выпускаемого навесного оборудования, увеличить эффективность его работы и уменьшить производственные временные и ресурсные затраты.

Одновременно представлен расчет параметров и выбор основного гидравлического оборудования для отечественной импортзамещающей навесной трамбовочной вибрационной плиты, которая предназначена для агрегатирования с трактором производства ОАО «Минский моторный завод» или аналогичным.

Цель работы: провести технологические изыскания и конструкторские расчеты в целях совершенствования конструкции отечественной импортзамещающей навесной трамбовочной вибрационной плиты с шириной рабочей зоны до 4,0 м с возможностью уплотнения внешних частей проезжей части дорог и (или) обочин.

**Ключевые слова:** лесохозяйственные дороги, машины и оборудование, гидравлический привод, навесная виброплита, глубина уплотнения.

**N. V. Khoroshun<sup>1</sup>, M. T. Naskovets<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Ministry of Forestry of the Republic of Belarus<sup>2</sup>Belarusian State Technological University**JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF THE IMPROVED DESIGN  
OF THE HINGED TAMPER VIBRATION PLATE  
WITH A WORKING AREA NO MORE THAN 4.0 METERS**

The article presents an approach to the creation of domestic import-substituting road equipment on the example of a hinged tamper vibration plate with a working area no more than 4.0 meters. The article includes a brief overview of research aimed at improving technologies and equipment for compacting forest road facilities during their maintenance and repair. Special attention is paid to the calculations of the hydraulic drive of the equipment for performing these operations in continuous motion.

The article substantiates the design of a mounted tamper vibration plate with a working area no more than 4.0 meters, which allows to eliminate the disadvantages of mass-produced attachments, increase the efficiency of its operation and reduce non-production time and resource costs.

At the sometime, the calculation of parameters and selection of the main hydraulic equipment of the domestic import-substituting mounted ramming vibration plate, which is intended for aggregation with a tractor produced by JSC “Minsk Tractor Plant” or other.

Purpose: to conduct technological research and design calculation in order to improve the design of the domestic import-substituting mounted ramming vibration plate with a working area no more than 4.0 m with the possibility of compacting the external parts of the roadway and (or) verges.

**Key words:** forestry roads, machinery and equipment, hydraulic drive, mounted vibration plate, seal depth.

**Введение.** Техническое перевооружение дорожных ремонтно-строительных участков направлено на создание отечественной систе-

мы машин и механизмов, обеспечивающих высококачественное содержание и обслуживание лесохозяйственных дорог, максимальную

автоматизацию работ при минимально возможных затратах.

В настоящее время при техническом перевооружении ряд низкоэффективной отечественной дорожно-строительной техники заменяется конкурентоспособной импортной техникой.

Для успешного решения проблем импортозамещения необходимо вначале сформировать отечественную систему машин под применяемые и перспективные технологии. Далее необходимо проанализировать конструкции одинаковых типов существующих машин, установить причины неиспользования машин и оборудования отечественного производства (отсутствие выпуска нужного типоразмера и производительности, надежность и т. д.).

Далее необходимо определить возможность замены импортных машин и оборудования отечественными.

Лучшая техника, выпуск аналогов которой можно освоить в Беларуси, изучается детально. Проводятся исследования, позволяющие создать конкурентоспособный отечественный аналог, устанавливаются зависимости критериев оценки создаваемого импортозамещающего аналога, его параметров, условий и режимов работы, определяются основные параметры, режимы работы и т. д. [1, 2, 3, 4].

Применяя данный подход, нами принято решение о разработке отечественной навесной трамбовочной вибрационной плиты с шириной рабочей зоны до 4,0 метров.

**Основная часть.** На рынке стран ЕЭК представлены в основном зарубежные производители навесных виброплит:

1) итальянские производители:  
– вибротрамбовочные плиты GHENDINI ing FABIO;

– виброплиты Indeco;  
– навесное трамбовочное оборудование Simex;  
– вибрационные плиты SPV;

2) немецкие производители:

– уплотнитель-трамбовщик серии VP компании LST;

– трамбовочные вибрационные пластины для уплотнения грунта при строительстве компании Stehr Plattenverdichter;

– трамбовщик траншей для уплотнения грунта компании Stehr Plattenverdichter;

– 6-угольная трамбовочная виброплита для уплотнения грунта компания Stehr Plattenverdichter;

3) навесная виброплита VPN-2400 на МТЗ производства ООО «ТЕХМАР», г. Рыбинск, Ярославская область, Российская Федерация.

Характеристики отдельных навесных виброплит приведены в табл. 1.

В Республике Беларусь производители виброплит отсутствуют.

Указанное навесное оборудование позволяет эффективно уплотнять грунт при строительстве и может устанавливаться на различную спецтехнику, включая минипогрузчики, тракторы, грейдеры и катки [5, 6].

Конструкция виброплиты обеспечивает полную передачу ударной энергии в грунт и не создает существенных нагрузок на корпус энергетического средства.

Благодаря заложенным в конструкцию виброплиты оптимальным амплитудно-частотным параметрам за один проход достигается глубина уплотнения 0,4–0,7 м.

Таблица 1

Характеристика виброплит

Наименование характеристики	Модель	
	Stehr ЗСО 80 3 ХК	VPG-2400
Производитель	Stehr Plattenverdichter	ООО «ТЕХМАР»
Масса, кг	1180	1210
Габаритные размеры, Д×Ш×В, мм	1100×2200×850	1000×2400×800
Центробежная сила вибратора, кН	3×60	3×(42–60)
Частота колебаний, Гц	<70	<60
Амплитуда, мм	1,4	–
Ширина рабочей плиты, м	2,160	2,370
Эффективная рабочая поверхность, м <sup>2</sup>	1,22	1,26
Глубина уплотнения, м	0,4	0,7
Скорость движения, км/ч	0,6–1,5	0,5–2,0
Привод	Гидромотор	Редуктор от ВОМ
Толщина плит, мм	20	20
Мощность, не менее, л. с.	60	60
Гидропоток, не менее, л/мин	200	50–70
Рабочее давление, bar	70	180

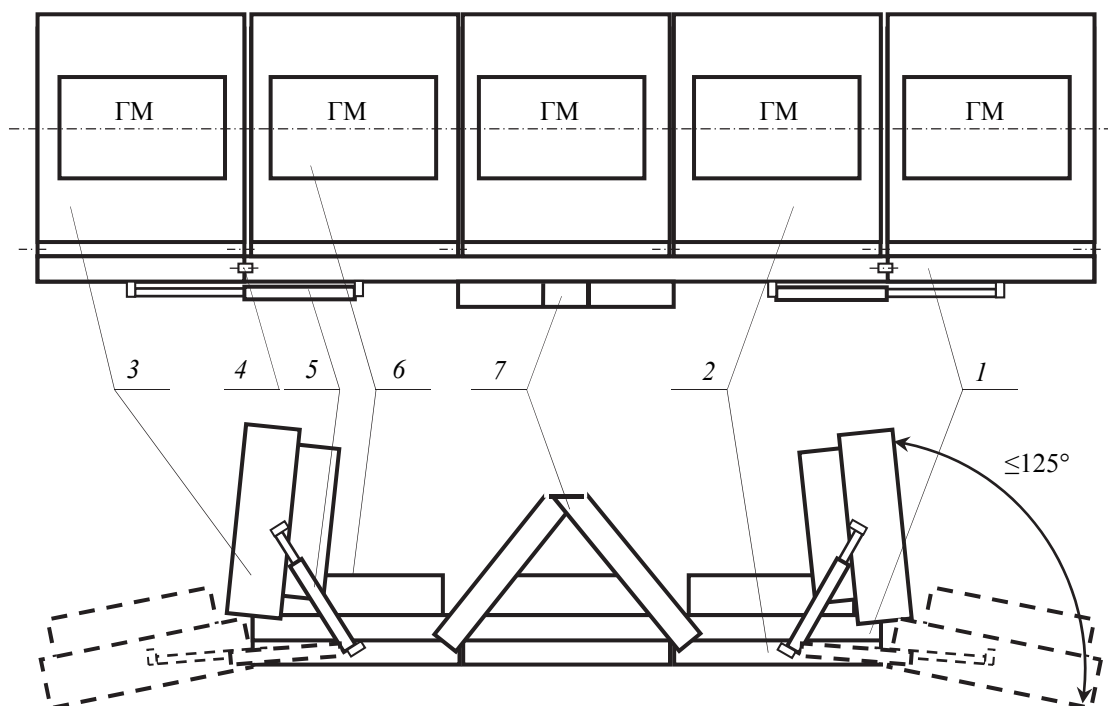


Рис. 1. Схема навесной трамбовочной вибрационной плиты:

1 – рама; 2 – секции виброплиты с эксцентриками; 3 – дополнительные аналогичные секции виброплиты с эксцентриками; 4 – шарниры; 5 – гидроцилиндры; 6 – гидромоторы (ГМ); 7 – устройство навески

Результат уплотнения серьезно улучшается благодаря сочетанию возмущающей силы и высокой частоты колебаний уплотнительных сил различных направлений и частот. Процесс уплотнения заменяет дорожный каток различной массы. Трамбовочные виброплиты могут быть одинарными, двойными и тройными.

Изучение характеристик и конструкций навесных виброплит позволило выявить следующие существенные недостатки.

1. Ширина рабочей плиты находится в диапазоне от 1,9 до 2,4 м. В данном случае эффективность ее применения на лесохозяйственных дорогах шириной до 3,0 м высокочастотная, так как приходится делать уплотнение в два прохода и зона перекрытия составляет от 0,8 до 1,8 м.

2. Конструкции навесных виброплит в основном работают в одной плоскости, что затруднительно при уплотнении внешних частей проезжей части дорог, особенно обочин [7, 8].

На основе конструкторских и технологических изысканий нами предлагается конструкторская разработка усовершенствованной конструкции навесной трамбовочной вибрационной плиты с шириной рабочей зоны до 4,0 м с возможностью уплотнения внешних частей проезжей части дорог и (или) обочин, технологическая схема и компоновка которой представлена на рис. 1.

Разработанная усовершенствованная конструкция навесной трамбовочной вибрацион-

ной плиты состоит из рамы 1, к которой крепятся три секции 2 виброплиты с эксцентриками 6, приводимыми в действие гидромоторами (ГМ). На шарнирах 4 к раме 1 прикреплены две дополнительные аналогичные секции 3, приводимые из транспортного положения в рабочее гидроцилиндрами 5.

Навесная трамбовочная вибрационная плита агрегируется с трактором МТЗ с помощью устройства 7.

В конструкции навесной трамбовочной пластины предлагается установить два встречно вращающихся эксцентрических вала (см. рис. 2).

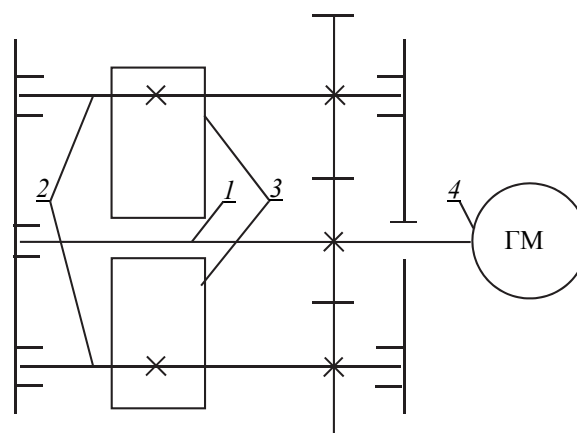


Рис. 2. Схема привода конструкции встречно вращающихся эксцентрических валов:

1 – ведущий вал; 2 – ведомый вибровал; 3 – эксцентрик; ГМ – гидромотор

Данное конструкторское решение делает возможным направить силу на уплотняемую поверхность строго вертикально. При этом используется вся уплотнительная мощность и достигается более высокая производительность уплотнения грунта по сравнению с традиционными системами.

**Расчет параметров и выбор основного гидрооборудования: гидродвигателя и гидроцилиндра.** Так как сконструированная навесная трамбовочная вибрационная плита будет агрегатироваться с трактором МТЗ, то все гидрооборудование (гидродвигатели и насосы) будут приводиться в действие от гидросистемы трактора [9].

Технические характеристики гидросистемы трактора МТЗ-82.1 (Беларус-82.1), в том числе насоса, приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Технические характеристики гидросистемы трактора МТЗ-82.1 (Беларус-82.1)**

Наименование показателя	Значение
Грузоподъемность заднего навесного устройства на оси подвеса, кг	3200
Максимальное давление, МПа	20,0
Объемная подача насоса при номинальной частоте вращения коленчатого вала дизеля, см <sup>3</sup> /с	2700,0
Емкость бака гидросистемы, л	25,5

Сконструированная навесная трамбовочная вибрационная плита имеет две независимые гидравлические схемы привода:

1) из двух гидродвигателей возвратно-поступательного движения (силовые гидроцилиндры) для дополнительных секций;

2) из пяти гидромоторов эксцентрических валов.

**Выбор гидродвигателей возвратно-поступательного движения (силовые гидроцилиндры) и определение их основных параметров.** Основными параметрами, по которым выбираются гидродвигатели возвратно-поступательного движения, являются:

$F$  – номинальное усилие на штоке гидроцилиндра, Н;

$L$  – ход поршня гидроцилиндра, м;

$V$  – скорость движения поршня, исходя из требований выполнения технологического процесса [4, 10, 11].

Конструкторские расчеты показали следующие исходные параметры:  $F_M = 5000$  Н (максимальный вес секции 500 кг),  $L = 200$  мм (с учетом системы рычагов) и  $V = 0,10$  м/с.

По заданному усилию  $F_M$  и рабочему давлению  $p_{г.ц.расч} \approx (0,8-0,9)p_{н.ном}$  определяем расчетную эффективную площадь поршня  $S_{э.п.р} = F_{с.х.м} / p_{г.ц.расч}$  гидроцилиндра:

$$p_{г.ц.расч} = 0,8 \cdot 16,0 = 12,8 \text{ МПа}; \quad (1)$$

$$S_{п.расч} = 5000 / 12,8 = 390,6 \text{ мм}^2; \quad (2)$$

$$d_{п.расч} = \sqrt{4 \cdot 390,6 / 3,14} = 22,3 \text{ мм}. \quad (3)$$

По расчетному диаметру поршня  $d_{п.расч}$  выбираем гидроцилиндр марки ГЦ-32.16.200.

Площадь поршня равна  $S_{э.поршня} = 803,8 \text{ мм}^2$ ,  $S_{э.штока п} = 602,0 \text{ мм}^2$ .

Для создания заданного усилия на поршне гидроцилиндра определяется необходимое подаваемое давление  $\Delta p_{г.ц}$  (МПа) по формуле (4):

$$\Delta p_{г.ц} = \frac{F}{S_{э.п} \cdot \eta_{м.г.ц}} = \frac{5000}{602,9 \cdot 0,96} = 8,64 \text{ МПа}, \quad (4)$$

где  $S_{э.п}$  – эффективная площадь поршня, мм<sup>2</sup>;  $\eta_{м.г.ц}$  – механический КПД гидроцилиндра.

Полный расход, который необходимо подать для питания параллельно работающих гидроцилиндров, равен

$$Q_{\Sigma г.ц} = Q_{г.ц} \cdot k_{г.ц} = \frac{8,04 \cdot 10}{0,98} \cdot 2 = 164,0 \text{ см}^3/\text{с},$$

где  $k_{г.ц}$  – число параллельно работающих гидроцилиндров.

Правильность подбора подтверждается расчетом:

$$\Delta p_{г.ц} = 8,64 \text{ МПа} < p_{г.ц.ном} = 16,0 \text{ МПа};$$

$$Q_{\Sigma г.ц} = 164,0 \text{ см}^3/\text{с} < Q_{н} = 2700 \text{ см}^3/\text{с}.$$

**Выбор гидромоторов и определение их основных параметров.** Для привода пяти эксцентриковых валов используем гидромоторы с заданными параметрами крутящего момента  $M$  и частотой вращения  $n$  эксцентрикового вала виброплиты.

Принимая во внимание исходные данные вибровала: частота вращения вала  $n = 30,0 \text{ с}^{-1}$ , крутящий момент на валу  $M_{э.вала} \leq 20,0 \text{ Нм}$ , количество гидромоторов – 5 единиц, из условия для гидромашин вращательного действия по формуле

$$M_{э.вала} \leq M_{г.м}, 20,0 \text{ Н} \cdot \text{м} \leq 21,6 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (5)$$

где  $M_{э.вала}$  – крутящий момент на валу эксцентрикового вала, Н·м;  $M_{г.м}$  – крутящий момент, развиваемый гидромотором, Н·м; выбираем гидромотор ГМШ-10В-3.

Для создания заданного крутящего момента на вибротале определяется необходимое подаваемое давление  $\Delta p_{г.м}$  (МПа) по формуле

$$\Delta p_{г.м} = \frac{M_{вала}}{0,159 q_{о.г.м} \cdot \eta_{м.г.м}} = \frac{20}{0,159 \cdot 10 \cdot 0,84} = 14,97 \text{ МПа}, \quad (6)$$

где  $M_{вала}$  – заданный крутящий момент, Н·м;  $q_{о.г.м}$  – рабочий объем гидромотора, см<sup>3</sup>/об;  $\eta_{м.г.м}$  – КПД гидромотора (0,8/0,95 = 0,84).

Для обеспечения заданной частоты вращения вибротала на гидромотор необходимо подать расход  $Q_{г.м}$  (см<sup>3</sup>/с), который определяется по формуле

$$Q_{г.м} = \frac{q_{о.г.м} \cdot n_{вала}}{\eta_{о.г.м}} = \frac{10 \cdot 30,0}{0,95} = 315,8 \text{ см}^3/\text{с}, \quad (7)$$

где  $n_{вала}$  – частота вращения вибротала плиты, с<sup>-1</sup>;  $\eta_{о.г.м}$  – объемный КПД гидромотора (принимается равным 0,90–0,95).

Полный расход, который необходимо подать для питания параллельно работающих гидромоторов, равен:

$$Q_{\Sigma г.м} = Q_{г.м} \cdot k_{г.м} = 315,8 \cdot 5 = 1579 \text{ см}^3/\text{с}, \quad (8)$$

где  $k_{г.м}$  – число параллельно работающих гидромоторов, 5 единиц.

Принимая во внимание технические характеристики гидросистемы трактора МТЗ-82.1

(Беларус-82.1), где объемная подача насоса при номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания равна 2700,0 см<sup>3</sup>/с, данного потока достаточно для привода 5 гидромоторов сконструированной виброплиты.

**Заключение.** На основе конструкторских и технологических изысканий нами предлагается конструкторская разработка усовершенствованной конструкции навесной трамбовочной вибрационной плиты с шириной рабочей зоны до 4,0 м с возможностью уплотнения внешних частей проезжей части дорог и (или) обочин.

Разработанная усовершенствованная конструкция навесной трамбовочной вибрационной плиты состоит из рамы, к которой крепятся три секции виброплит с эксцентриками, приводимыми в действие гидромоторами. На шарнирах к раме прикреплены две дополнительные аналогичные секции с эксцентриками, приводимые с транспортного положения в рабочее гидроцилиндрами. Навесная трамбовочная вибрационная плита агрегируется с трактором МТЗ с помощью стандартного навесного устройства.

Эффективность применения виброплиты на лесохозяйственных дорогах и иных дорогах шириной до 4,0 м обусловлена уплотнением всей проезжей части за один проход. Конструкция навесной виброплиты позволяет работать в разных плоскостях, что эффективно при уплотнении внешних частей проезжей части дорог, особенно обочин.

### Список литературы

1. Ахо С., Сааренкет Т. Управление водоотводом на дорогах с низкой интенсивностью движения: пояснительная записка-резюме [Электронный ресурс]. Лулео, 2006. URL: <http://www.adog.ru/data/files/static/kolarctic-3-12.pdf> (дата обращения: 01.02.2020).
2. Рекомендации по текущему ремонту и содержанию лесных автомобильных дорог, согласованные с Министерством лесного хозяйства Республики Беларусь, 14 дек. 2015 г. Минск, 2015. 31 с.
3. Лесные автомобильные дороги: нормы проектирования и правила устройства: ТКП 500-2013 (02080). Введ. 01.03.2014. Минск: Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, 2013. 87 с.
4. Технология строительства дорог: практикум: учеб. пособие / сост. И. И. Леонович. Минск: БНТУ, 2010. 361 с.
5. Матвейко А. П., Клоков Д. В., Протас П. А. Технология и оборудование лесозаготовительного производства: практикум. Минск: БГТУ, 2005. 160 с.
6. Правила по охране труда при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог / М-во транспорта и коммуникаций Республики Беларусь; М-во труда и соц. защиты Республики Беларусь. Минск, 2002. 200 с.
7. Дульянов А. В. Капустин М. И. О колеблющейся массе вибрационных машин // Повышение использования машин в строительстве. Л.: ЛИСИ, 1983. С. 10–14.
8. Доценко А. И. Исследование динамики процесса уплотнения грунтов виброударным рабочим органом с кривошипно-шатунным возбудителем колебаний: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04. М., 1974. 23 с.
9. Гидравлика и гидромеханизация сельскохозяйственных процессов: практикум для студентов вузов, обучающимся по агроинженерным специальностям / сост.: В. С. Лахмаков, В. И. Лаптев, Е. В. Плискевич. Минск: БГАТУ, 2008. 294 с.

10. Рубец С. Г., Мажутин Е. И., Пашкевич А. В. Обоснование необходимости использования трапециевидных ножей на роторных косилках // Вестник Полоцкого государственного университета. 2016. № 3 (Серия В). С. 44–50.

11. Исследование эксплуатационного состояния лесных дорог и разработка рекомендаций по их содержанию / М. Т. Насковец [и др.] // Труды БГТУ. 2016. № 2 (184): Лесная и деревообработка. С. 65–69.

12. Леонович И. И., Оковитый А. Л. Эксплуатация лесных дорог. Минск: Высшая школа, 1972. 448 с.

13. Насковец М. Т. Транспортное освоение лесов Беларуси и компоненты лесотранспорта. Минск: БГТУ, 2009. 170 с.

14. Об утверждении межотраслевых правил по охране труда в лесной, деревообрабатывающей промышленности и в лесном хозяйстве Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 30 дек. 2008 г. № 211/39 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: [http://www.pravo.by/pdf/2009-147/2009-147\(016-099\).pdf](http://www.pravo.by/pdf/2009-147/2009-147(016-099).pdf) (дата обращения: 01.02.2020).

15. Правила противопожарного обустройства лесов Республики Беларусь: ТКП 193-2009 (02080). Минск: Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, УП «Белгипролес», 2009. 20 с.

### References

1. Akho S., Saarenket T. *Upravlenie vodootvodom na dorogakh s nizkoy intensivnost'yu dvizheniya* [Management of drainage on roads with low traffic]. Available at: <http://www.ador.ru/data/files/static/kolarctic-3-12.pdf> (accessed 01.02.2020).

2. *Recomendatsii po tekushchemu remontu i sodержaniyu lesnykh avtomobil'nykh dorog, soglasovannyye Ministerstvom lesnogo hozyaistva Respubliki Belarus 14 dek. 2015 g.* [Recommendation on current repair and maintenance of forest roads, coordinated by the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus on December 14, 2015]. Minsk, 2015. 31 p.

3. ТКП 500-2013 (02080). Forest roads: design standards and rules of the device. Minsk, Ministry of Forestry of the Republic of Belarus Publ., 2013. 87 p.

4. Leonovich I. I. *Tehnologiya stroitel'stva dorog: praktikum* [Road construction technology: a workshop]. Minsk, BNTU Publ., 2010. 361 p.

5. Matveiko A. P., Klovok D. V., Protas P. A. *Tehnologiya i oborudovanie lesozagotovitel'nogo proizvodstva: praktikum* [Technology and timber production equipment: workshop]. Minsk, BGTU Publ., 2005. 160 p.

6. *Pravila po okhrane truda pri stroitel'stve, rekonsruksii, remonte i sodержanii avtomobil'nykh dorog* [Rules on labor protection in the construction, reconstruction, repair and maintenance of motorized roads]. Minsk, 2002. 200 p.

7. Dul'aninov A. V., Kapustin M. I. About the oscillating mass of vibrating machines. *Povyshenie ispol'zovaniya mashin v stroitel'stve* [Increasing the use of machines in construction]. Leningrad, LISI Publ., 1983, pp. 10–14 (In Russian).

8. Dotsenko A. I. *Issledovanie dinamiki protsessa uplotneniya gruntov vibroudarnym rabochim organom s krivoshipnoshatunym vzbuditelem kolebaniy: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk* [Study of the dynamics of soil compaction process by a vibro-shock working body with a crank-rod vibration exciter: abstract of thesis PhD (Engineering)]. Moscow, 1974. 23 p.

9. Lakhmakov V. S., Laptev V. I., Pliskevich E. V. *Gidravlika i gidromekhanizatsiya sel'skokhozyaistvennykh protsessov: praktikum dlya studentov vuzov, obuchaushchikhsya po agroinzhenernym special'noctyam* [Hydraulics and hydromechanization of agricultural processes: a workshop for university students studying agroengineering specialties]. Minsk, BGATU Publ., 2008. 294 p.

10. Rubets S. G., Mazhutin E. I., Pashkevich A. V. Justification of the need to use trapezoidal knives on rotary mowers. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Polotsk State University], 2016, no. 3 (Series B), pp. 44–50 (In Russian).

11. Naskovets M. T. Study of the operational state of forest roads and development of recommendations on their content. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2016, no. 2 (184): Forest and Woodworking Industry, pp. 65–69 (In Russian).

12. Leonovich I. I., Okovity A. L. *Ekspluatatsiya lesnykh dorog* [Exploitation of forest roads]. Minsk, Vysshaya shkola Publ., 1972. 448 p.

13. Naskovets M. T. *Transportnoye osvoyeniye lesov Belarusi i komponenty lesotransporta* [Vehicle development of Belarus forests and components of forest transport]. Minsk, BGTU Publ., 2009. 170 p.

14. *Ob utverzhenii mezhotraslevykh pravil po okhrane truda v lesnoy, derevoobrabatyvaushchey promyshlennosti v lesnom khozyaistve Ministerstva lesnogo khozyaistva Respubliki Belarus* [About the approval of intersectoral rules on labor protection in the wood, woodworking industry and in forestry of the Ministry of forestry of Republic of Belarus]. Resolution No. 211/39 of the Ministry of Labour and Social Protection of the Republic of Belarus and the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus of 30 December 2008. Available at: [http://www.pravo.by/pdf/2009-147/2009-147\\_016-099.pdf](http://www.pravo.by/pdf/2009-147/2009-147_016-099.pdf) (accessed date 01.02.2020).

15. ТКР 193-2009 (02080). Rules of fire-prevention arrangement of forests of the Republic of Belarus. Minsk, Ministry of Forestry of the Republic of Belarus Publ., 2009. 20 p.

#### **Информация об авторах**

**Хорошун Николай Владимирович** – магистр экономических наук, магистр технических наук, доцент кафедры организации производства и экономики недвижимости. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). Начальник отдела промышленного производства. Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь (220048, г. Минск, ул. Мясникова, 39, Республика Беларусь). E-mail: kharashun@ministry.mlh.by

**Насковец Михаил Трофимович** – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры лесных машин, дорог и технологий лесопромышленного производства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: naskovets@belstu.by

#### **Information about the authors**

**Khoroshun Nikolay Vladimirovich** – Master of Economics, Master of Engineering, Assistant Professor, the Department of Production Organization and Real Estate Management. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). Head of the Industrial Engineering Division. Ministry of Forestry of the Republic of Belarus (39, Myasnikova str., 220048, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kharashun@ministry.mlh.by

**Naskovets Mikhail Trofimovich** – PhD (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Logging Machinery, Forest Roads and Timber Production Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: naskovets@belstu.by

*Поступила 04.03.2020*