

УДК 621.86

ОСЦИЛЛЯТОРНЫЙ ВАЛЕЦ ДОРОЖНОГО КАТКА С ДВОЙНОЙ ОБЕЧАЙКОЙ

С.В. Савельев, В.В. Дубков, М.К. Шушубаева*, В.Б. Пермяков
ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия
*madina.shushubaeva@bk.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Известно, что при строительстве земляного полотна автодороги уплотнение грунта играет важнейшую роль. На качество данного процесса влияют вид и режимы приложения внешней силы от уплотнителя. На сегодняшний день наиболее эффективным является уплотнение вибрационными машинами, которые обладают широким спектром регулирования параметров. Поэтому производители делают упор на производство многофункциональных вибрационных дорожных катков. Однако вынуждающая сила вибровозбудителя в указанных машинах, как правило, имеет гармонический характер, что не всегда позволяет использовать такие машины в стеснённых городских условиях и при уплотнении тонких слоёв вследствие больших значений амплитуды колебаний. Исходя из вышесказанного, целью данной работы является разработка инновационной конструкции вибрационного рабочего органа дорожного катка, реализующего не только гармонические, но и осцилляторные колебания, которые имеют более эргономичную амплитудную характеристику. В статье представлен образец усовершенствованного рабочего органа осцилляторного вальца с двойной обечайкой, заключающий в себе положительные качества вибрационных осцилляторных и статических дорожных катков, позволяющий устанавливать две величины момента крутильных колебаний: высокую, при уплотнении толстых слоёв, или низкую, при уплотнении тонких слоёв, а также плавно регулировать контактные давления углом поворота внутренней и внешней обечайек, способствующих повышению производительности катка за счёт уменьшения количества проходов, требуемых для достижения нормативной плотности. Такие инновационные технические решения позволяют существенно снизить затраты и повысить качество строительных работ.

Материалы и методы. Расчётными методами выявлены основные параметры осцилляторного вибрационного механизма дорожного катка. Исследованы технические характеристики дорожной строительной машины. Исследования проводятся в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 18-48-550005\18.

Результаты. Результаты исследований представляют новую перспективную конструкцию рабочего органа для дорожного катка, позволяют снизить энергоёмкость уплотнения дорожно-строительных материалов за счёт возможности изменения момента крутильных колебаний при одной и той же частоте вращения дебалансных валов вальца и одновременно регулировать контактные давления за счёт изменения площади поверхности вальца. Приведённые исследования позволили подтвердить работоспособность предложенного технического решения.

Обсуждение и заключение. Предложенное техническое решение конструкции дорожного катка проявляет в себе положительные качества катков с осцилляторным вибрационным механизмом и катков с плавно изменяемыми контактными давлениями. Крутильные колебания, создаваемые осцилляторным вибрационным механизмом вальца, уменьшают сопротивление уплотнению строительных материалов за счёт передаваемой от вальца на уплотняемый материал сдвиговой нагрузки. Указанные качества способствуют повышению производительности и энергоэффективности процесса уплотнения строительных материалов в дорожном строительстве.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: упруговязкопластичная среда, уплотнение, земляное полотно, подвижные и неподвижные эксцентрики, дебалансные валы, осциллятор, валец с двойной обечайкой, эксцентриситет, крутильные и круговые колебания, контактные давления.

Благодарности. Авторы благодарят за поддержку научных исследований коллектив кафедры «ЭСМиК».

© С.В. Савельев, В.В. Дубков, М.К. Шушубаева, В.Б. Пермяков



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

OSCILLATORY ROLL OF THE ROAD ROLLER WITH A DOUBLE SIDE PLATE

S.V. Saveliev, V.V. Dubkov, M.K. Shushubaeva*, V.B. Permyakov

Siberian State Automobile and Highway University,
Omsk, Russia

*madina.shushubaeva@bk.ru

ABSTRACT

Introduction. Soil compaction plays a crucial role in the construction of road foundations. The quality of this process is influenced by the type and modes of application of external force from the seal. The most effective is the vibrating machines' compaction, which have a wide range of control parameters. Therefore, manufacturers are focusing on the production of multifunctional vibratory rollers. However, the driving force of the vibration exciter in such machines has a harmonic character, which does not allow the usage of such machines in cramped urban conditions and when compacting thin layers, due to large oscillation amplitudes. The purpose of the research is the development of an innovative design of the road roller vibratory working body, realizing not only harmonic, but also oscillatory vibrations, which have a more ergonomic amplitude response. The article presents a sample of the working body improvement of an oscillator roll with double shell, showing the positive qualities of vibrating oscillatory and static road rollers, when thick layers are thickened or low - when thick layers are thickened and the contact pressure angle of rotation of the inner and outer shells require to achieve regulatory density. Such innovative technical solutions would significantly reduce costs and improve the quality of construction work.

Materials and methods. The calculated methods reveal the main parameters of the oscillatory vibration mechanism of the road roller. The technical characteristics of the road construction machine are investigated. The research is carried out on the grant basis of the Russian Foundation for Basic Research No. 18-48-550005 / 18.

Results. The results of research represent a new perspective design of the working body for the road roller and reduce the energy consumption of the road construction materials due to the possibility of the torsion vibrations' moment of the same rotational frequency of the unbalanced rollers of the drum and simultaneously adjust the contact pressure by changing the surface of the roller. Therefore, such research allows to confirm the performance of the proposed technical solution.

Discussion and conclusions. The proposed technical solution shows the positive qualities of rollers with an oscillatory vibration mechanism, and rollers with continuously varying contact pressures. The torsion vibrations, created by the oscillatory vibration mechanism of the roller, reduce the resistance to compaction of building materials due to the shear load transmitted from the roller to the material. These qualities contribute to improving the performance and energy efficiency of the compaction process of building materials in road construction.

KEYWORDS: elastic-viscous-plastic medium, seal, roadbed, movable and stationary eccentric, unbalanced shafts, oscillator, cylinder with double shell, eccentricity, torsional, and radial vibrations of the contact pressure.

Acknowledges. The authors are grateful to "ESMiK" department for the support of the scientific research.

© S.V. Saveliev, V.V. Dubkov, M.K. Shushubaeva, V.B. Permyakov



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, грунт – это многокомпонентная и многообразная упруговязкопластичная среда. При строительстве дорожных оснований уплотнение грунта играет важнейшую роль. От качества работ по уплотнению зависит способность конструкции земляного полотна сохранять прочность в течение всего срока службы. Если на стадии строительства не удастся обеспечить качественное уплотнение, расходы на ремонт за время эксплуатации объекта могут превысить первоначальные расходы на его сооружение [1]. На сегодняшний день самым распространенным и наиболее сложным из-за большого количества регулируемых параметров является процесс вибрационного уплотнения [2]. Общее уплотняющее усилие находится под влиянием более чем 30 факторов. В первую очередь это физико-механические характеристики уплотняемого грунта, размер и твердость его частиц, текстура, начальная плотность, содержание влаги, толщина слоя и т. д. [3].

Конструкция катка и режимы его работы должны обеспечивать максимальную интенсивность деформирования грунтовой среды. Необходимо правильно подбирать рабочий вес машины, колесную базу, учитывать распределение массы на передний и задний вальцы, определять рабочую скорость, параметры вибрации и т. д. [4]. При этом главной задачей является создание эффективных и универсальных дорожных катков, учитывающих все эти факторы [5]. Авторами предлагается новая конструкция осцилляторного рабочего органа дорожного катка с изменяемой величиной крутильных колебаний. Валец катка представлен в виде двойной металлической обечайки с асимметрично расположенными отверстиями, в которой расположен вибрационный механизм, снабженный двумя оппозитно расположенными дебалансными валами [6]. При вращении дебалансные валы создают крутильные колебания, которые передаются на уплотняемый материал, тем самым уменьшая внутреннее трение и сцепление между его частицами материала, что снижает сопротивление материала уплотнению [7]. Данная конструкция позволяет изменять амплитуду и вынуждающую силу вибровозбудителя в процессе уплотнения, а также плавно регулировать контактные давления, в достаточно широком диапазоне.

Использование данной конструкции позволяет снизить энергоемкость операции уплотнения дорожно-строительных материалов.

Повышается эффективность работы дорожного катка за счет возможности изменения момента крутильных колебаний при одной и той же частоте вращения дебалансных валов вальца и одновременно регулируются контактные давления за счет изменения площади поверхности вальца.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эффективность уплотнения дорожно-строительных материалов катком с осцилляторным вибрационным механизмом во многом зависит от сцепления рабочего органа с уплотняемым материалом. То есть должно выполняться условие, связанное с возможностью преодоления вальцом сопротивления материала сдвигу и с исключением или сведением к минимуму бесполезной его вращательной пробуксовки (проскальзывания), которая нежелательна из-за снижения уплотняющей эффективности и возможного износа его поверхности за счет абразивного истирания. Это важное условие, которое выражается через моменты действующих сил на вальце относительно его оси:

$$M_0 \cdot \sin \omega t \geq M_w \leq M_T, \quad (1)$$

где M_w – момент силы сопротивления материала сдвигу относительно оси вальца, Н·м; M_T – момент силы трения относительно оси вальца, Н·м.

Момент силы сопротивления материала сдвигу относительно оси вальца приравнивается моменту силы сцепления вальца с уплотняемым материалом. Момент силы сцепления вальца с уплотняемым материалом можно найти по следующей зависимости:

$$M_{cy} = T_{cy} \cdot R, \quad (2)$$

где T_{cy} – сила сцепления материала с рабочим органом катка, Н; R – радиус вальца, м.

Силу сцепления вальца с покрытием найдем из выражения

$$T_{cy} = Q_{cy} \cdot \varphi_{cy}, \quad (3)$$

где Q_{cy} – сцепной вес катка, то есть сила тяги, приходящаяся на ведущий валец катка, кН; φ_{cy} – коэффициент сцепления вальца с материалом уплотняемой поверхности, который определяется экспериментальным путем.

Сцепной вес зависит от технических параметров катка и от вертикальной силы F и определяется выражением

$$Q_{cy} = m_{в.в} \cdot g + F, \quad (4)$$

где $m_{в.в}$ – масса катка, приходящаяся на ведущий валец катка, кг; g – ускорение свободного падения, равное $9,81 \text{ м/с}^2$.

Учитывая зависимости (1) – (3), запишем окончательную формулу для определения момента силы сцепления вальца с поверхностью покрытия:

$$M_{cy} = (m_{в.в} \cdot g + F) \cdot \varphi_{cy} \cdot R. \quad (5)$$

Момент крутильных колебаний от двух дебалансных валов равен:

$$M_{ep} = P_0 \cdot l, \quad (6)$$

где l – расстояние между осями дебалансных валов, м.; P_0 – возмущающая сила, создаваемая дебалансным валом.

Возмущающая сила, создаваемая дебалансными валами, зависит от геометрических размеров, масс дебалансов и угловой скорости вращения валов. Определяется она по зависимости

$$P_0 = m_{\partial} \cdot r_0 \cdot \omega^2, \quad (7)$$

где m_{∂} – масса эксцентриситета, кг; r_0 – радиус дебаланса, м; ω – угловая скорость дебаланса, рад/с.

Угловая скорость связана с частотой колебаний через следующую зависимость:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (8)$$

где n – частота вращения, Гц.

Используя формулы (6) – (8), запишем окончательную формулу определения крутящего момента, создаваемого дебалансными валами катка:

$$M_{ep} = m_{\partial} \cdot r_0 \cdot \omega^2 \cdot l. \quad (9)$$

Запишем условие (1) таким образом:

$$M_{ep} \sin \omega t \geq M_{cy}.$$

Далее приравняем правые части уравнений (5) и (9):

$$(m_{в.в} \cdot g + F) \cdot \varphi_{cy} \cdot R = m_{\partial} \cdot r_0 \cdot \omega^2 \cdot l,$$

из полученного уравнения выразим радиус (10) и массу (11) боковых дебалансов катка:

$$r_0 = \frac{(m_{в.в} \cdot g + F) \cdot \varphi_{cy} \cdot R}{m_{\partial} \cdot \omega^2 \cdot l}; \quad (10)$$

$$m_{\partial} = \frac{(m_{в.в} \cdot g + F) \cdot \varphi_{cy} \cdot R}{r_0 \cdot \omega^2 \cdot l}. \quad (11)$$

Таким образом, данные расчетные формулы показывают зависимость радиуса и массы боковых дебалансов в зависимости от массы вальца, частоты вращения боковых дебалансных валов, вертикальной силы, действующей на валец, и расстояния между осями дебалансных валов.

Конструкция вальца представлена на рисунках 1 – 4. Изображено продольное сечение и поперечные сечения вальца, показано расположение дебалансных валов, их привод, а также двойная обечайка с отверстиями [8].

Принцип работы вальца заключается в следующем: на валец дорожного катка установлен гидромотор 1, который посредством редуктора 2 соединен с двойной обечайкой 3, 4, имеющий ассиметричные отверстия. Обечайки 3, 4 способны вращаться относительно друг друга «открывая», «закрывая» отверстия, меняя площадь поверхности [9]. Внутри вальца расположены поперечные ребра 5, на которых установлены два дебалансных вала 6, оси которых равноудалены от оси вальца, а их эксцентриковые массы смещены относительно друг друга на 180° . Также на поперечных ребрах установлен третий приводной вал 7, соединенный с гидромотором 8, при этом его ось совпадает с осью вальца. Передача крутящего момента между дебалансными валами осуществляется через зубчатую передачу 9, причем диаметр шестерни центрального вала в два раза меньше диаметров шестерней крайних валов [10]. Каждый дебалансный вал состоит из эксцентрика 10. Рабочий режим вибрационного механизма вальца осуществляется следующим образом. Во время рабочего хода катка гидромотор 8 через зубчатую передачу 9 приводит во вращение дебалансные валы 6. При этом ввиду того что эксцентриковые массы валов 6 смещены на 180° , на валец передаются крутильные колебания (осцилляции) от валов 6 [11]. Вращение вала 7 происходит в противоположном направлении. На уплотняемый материал передаются вертикальные усилия от массы вальца с пригрузом

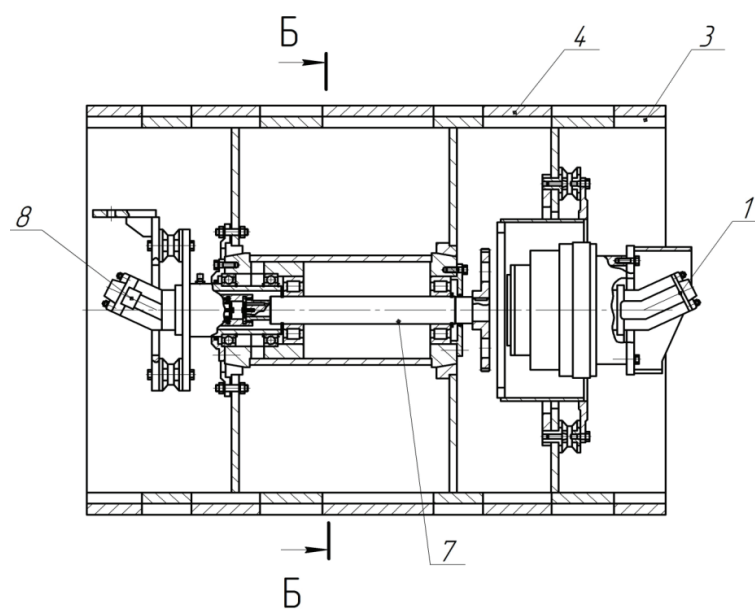


Рисунок 1 – Продольное сечение вальца

Figure 1 – Longitudinal section of the roller

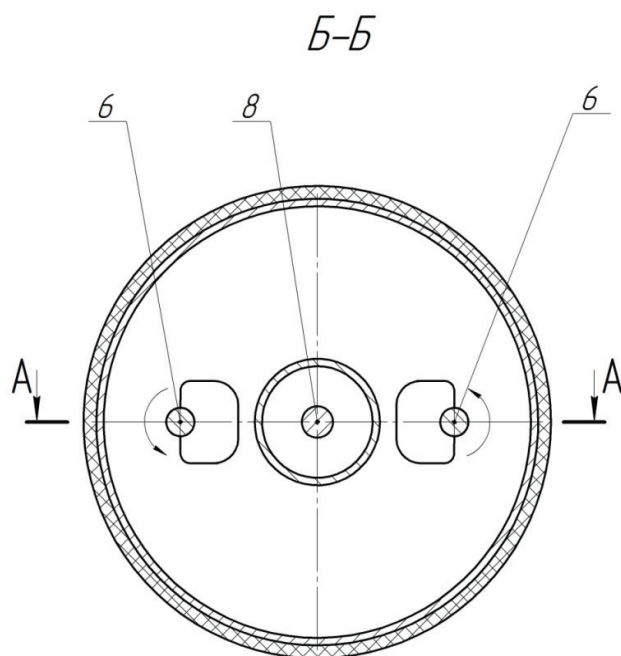


Рисунок 2 – Сечение Б-Б

Figure 2 – B-B section

и сдвиговая нагрузка от крутильных колебаний вальца [12, 13, 14, 15]. При изменении направления вращения валов 6 изменяется эксцентриситет масс дебалансных валов 7, что ведет к изменению момента вращения и, как

следствие, к изменению вынуждающей силы дебалансных валов, создающих крутильные колебания вальца [16, 17, 18].

Двойная обечайка с отверстиями позволяет регулировать контактные давления. От-

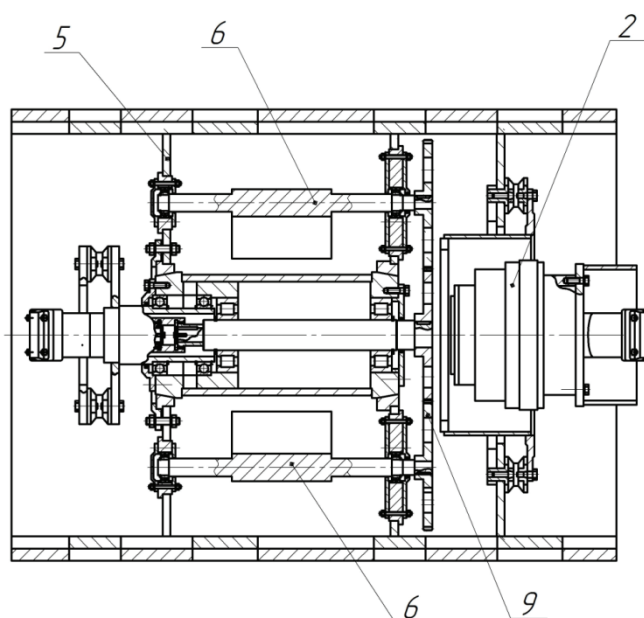


Рисунок 3 – Сечение A-A

Figure 3 – A-A section

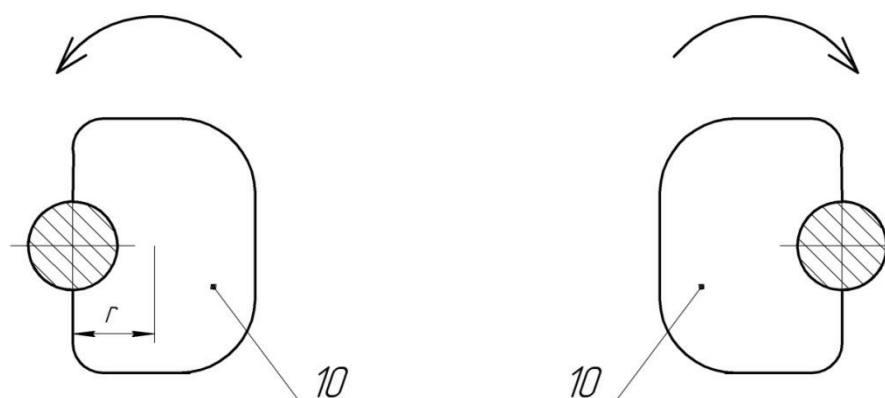


Рисунок 4 – Подвижные и неподвижные эксцентрики дебалансных валов

Figure 4 – Movable and stationary eccentrics of the unbalance shafts

верстия расположены таким образом, что в начальном положении обечаяк внешняя поверхность вальца отверстий не имеет, т.е. является сплошной [19, 20]. Это обеспечивает большую площадь контакта, а значит, небольшие контактные давления, которые необходимы на начальном этапе уплотнения грунтовой среды. По мере увеличения плотности грунта, внутренняя обечайка проворачивается

относительно внешней, в вальце появляются отверстия, т.е. площадь поверхности вальца уменьшается, а контактные давления увеличиваются. На финальной стадии процесса уплотнения отверстия занимают максимальную площадь вальца (рабочий орган является решётчатым вальцом), контактные давления в этом случае максимальны.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Предложенные технические решения позволяют устанавливать две величины момента крутильных колебаний: высокую, при уплотнении толстых слоев, или низкую, при уплотнении тонких слоев, и плавно регулировать контактные давления углом поворота внутренней и внешней обечайки. Это позволяет существенно расширить границы применения катков с предлагаемым рабочим органом, а также повысить производительность и снизить себестоимость работ по уплотнению грунтовых оснований автомобильных дорог.

Получен патент РФ на полезную модель «Валец дорожного катка с двойной обечайкой», представленный на рисунке 5, подана заявка на патент РФ на полезную модель «Валец дорожного катка», которая сейчас на стадии регистрации.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная конструкция вальца дорожного катка проявляет в себе положительные качества осцилляторных, вибрационных катков и катков с плавно изменяемыми контактными давлениями. Указанные качества способствуют повышению производительности и энергоэффективности процесса уплотнения строительных материалов в дорожном строительстве. Исследования проводятся в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 18-48-550005\18.

Рамки исследования и возможность последующего использования

Исследования проводились в рамках научного направления повышения эффективности уплотнения упруговязкопластичных сред, посвящены обеспечению качества дорожного строительства и разработки инновационной высокопроизводительной дорожной техники. Представленная конструкция рабочего органа дорожного катка позволяет в широком диапазоне регулировать не только статические, но и динамические параметры дорожного катка, что позволяет достичь высоких результатов процесса уплотнения технологических слоев автодорог.

В последующем полученные результаты и новая конструкция могут быть использованы при проектировании и модернизации дорожных катков для строительства объектов транспортной инфраструктуры.

Практическое значение

Практическое значение заключается в разработке новой конструкции рабочего органа



Рисунок 5 – Патент РФ на полезную модель

Figure 5 – Russian patent for the utility model

дорожного катка, защищенного патентом РФ, который позволит повысить эффективность и производительность работ по уплотнению дорожно-строительных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Yunshi Yao, Zhongxu Feng, Shibin Che, Zhifeng Zhang, Lijun Zhao. Design and Fabrication of a Road Roller with Double-Frequency Composed Vibration and Its Compaction Performance. Mechanical Engineering, 2014.vol.14.no.5.pp.54-62.
2. L. du Plessis, G. RugodhoW, GovuK, MngazaS, Musundi. The Design, Construction and Heavy Vehicle Simulator Testing Results on Roller Compacted Concrete Test Sections at the CSIR Innovation Site and on a Full-Scale Test Road at Rayton. Conference paper, 2016, vol. 18. no. 2. pp. 50-54.
3. Soica Adrian, Budala Adrian, Monescu Vlad. Determination of Some Vehicle Dynamic Performances Using the Dynamometric Roller Chassis. Conference paper, 2018, vol. 25. no. 8. pp. 20-24.
4. Дубков В.В., Базинская А.М. Определение параметров осцилляторно-вибрационного

катка // Вестник СибАДИ. 2016. № 4 (50). С. 13–17.

5. Добронравов С.С. Добронравов М.С. Строительные машины и оборудование. М.: Высшая школа, 2006. 445 с.

6. Михеев В.В., Савельев С.В. Математическая модель уплотнения упруговязкопластичной грунтовой среды при взаимодействии с рабочим органом дорожной машины в рамках модифицированного подхода сосредоточенных параметров // Вестник СибАДИ. 2017. № 2 (54). С. 15–20.

7. Михеев В.В., Савельев С.В. Моделирование характеристик деформируемых грунтов в процессе их уплотнения цилиндрическими рабочими органами катков // Вестник СибАДИ. 2016. № 4 (50). С. 10–14.

8. Савельев С.В., Потеряев И.К., Бурый Г.Г., Белодед А.С. Методика обоснования режимных параметров вибрационных катков для уплотнения грунтов // Вестник СибАДИ. 2017. № 1 (53). С. 20–24.

9. Михеев В.В., Савельев С.В., Шушубаева М.К. К вопросу о повышении энергоэффективности вибровозбудителя для дорожных вибрационных катков // Вестник СибАДИ. 2018. № 1 (53). С. 15–19.

10. Серебrenников В.С. Новый способ повышения эффективности уплотнения дорожно-строительных материалов вибрационными катками // Машиностроение. 2016. № 5 (73). С. 22–26.

11. Савельев С.В., Бурый Г.Г., Потеряев И.К. Применение алгоритма определения параметров вибрационных катков с учетом массы уплотняемого грунта в зоне активного действия вибрации // Вестник СибАДИ. 2015. № 6. С. 32–37.

12. Хархута Н.Я., Васильев Ю.М., Охраменко Р.К. Влияние физико-механических свойств грунтов естественных оснований на их устойчивость и уплотнение. М.: Автотрансиздат, 1978. 144 с.

13. Савельев С.В., Лашко А.Г. Возможности совершенствования современной уплотняющей техники // Известия ВУЗов. Новосибирск, 2010. № 5. С. 100.

14. Хархута Н.Я., Васильев Ю.М. Прочность, устойчивость и уплотнение грунтов земляного полотна автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1975. 288 с.

15. Савельев С.В., Михеев В.В. Исследования напряжённо-деформированного состояния упруговязкой среды при вибрационном нагружении // Вестник СибАДИ. 2012. № 3 (25). С. 83–87.

16. Michael C. McVay. Evaluating thick lift limerock-base course SR-826. Report, Draft Final Report 2016. vol.18. no. 2. pp. 10-14.

17. Пермяков В.Б., Захаренко А.В., Савельев С.В. Обоснование выбора параметров вибрационных катков // Изв. вузов. Строительство. 2013. № 2. С. 100–103.

18. Kopf, Fritz. Modelling and simulation of heavy tamping dynamic response of the ground. Report, Draft Final Report 2017. vol. 18. no. 2. pp.25-34.

19. Варганов С.А., Андреев Г.С., Марков П.И. Машины для уплотнения грунтов и дорожно-строительных материалов. М.: Машиностроение, 1981. 240 с.

20. Дубровин А.Е. Определение эффективных частот колебаний рабочего органа виброуплотнителя // Исследования параметров и расчеты дорожно-строительных машин. Саратов, 1972. Вып. 52. С. 40–43.

REFERENCES

1. Yunshi Yao, Zhongxu Feng, Shibin Che, Zhifeng Zhang, Lijun Zhao, Wu Zhao. *Design and Fabrication of a Road Roller with Double-Frequency Composed Vibration and Its Compaction Performance*. Mechanical Engineering, 2014.vol.14.no.5.pp.54–62.

2. L. du Plessis, G. RugodhoW, GovuK, MngazaS, Musundi. *The Design, Construction and Heavy Vehicle Simulator Testing Results on Roller Compacted Concrete Test Sections at the CSIR Innovation Site and on a Full-Scale Test Road at Rayton*. Conference paper, 2016, vol.18. no.2.pp.50-54.

3. Soica Adrian, Budala Adrian, Monescu Vlad. *Determination of Some Vehicle Dynamic Performances Using the Dynamometric Roller Chassis*.Conference paper, 2018, vol.25.no.8. pp.20–24.

4. Dubkov V.V., Bazinskaja A.M.. Opređenje parametrov osciljatorno-vibracionnogo katka [Determination of parameters of oscillatory vibration roller]. *Vestnik SibADI*, 2016, no 4 (50), pp. 13–17. (in Russian)

5. Dobronravov S.S. Dobronravov M.S. *Stroitel'nye mashiny i oborudovanie* [Construction machinery and equipment]. Moscow, Vysshaja shkola, 2006. 445 p. (in Russian)

6. Miheev V.V., Savel'ev S.V. Matematicheskaja model' uplotnenija uprugovjazkoplastichnoi gruntovoi sredy pri vzaimodeistvii s rabochim organom dorozhnoi mashiny v ramkah modifirovannogo podhoda sosredotochennyh parametrov [Mathematical model of the elastic-viscous-plastic compaction of the soil environment

in collaboration with the working body of road machine under the modified approach concentrated parameters]. *Vestnik SibADI*, 2017, no 2 (54), pp. 15–20. (in Russian)

7. Miheev V.V., Savel'ev S.V. Modelirovanie karakteristik deformiruemih gruntov v processe ih uplotnenija cilindricheskimi rabochimi organami katkov [Modeling of the characteristics of deformable soils in the process of sealing the working bodies of cylindrical rollers]. *Vestnik SibADI*, 2016, no 4 (50), pp. 10–14. (In Russian)

8. Savel'ev S.V., Poterjaev I.K., Buryi G.G., Beloded A.S. Metodika obosnovaniya rezhimnyh parametrov vibracionnyh katkov dlja uplotnenija gruntov [Method of justification of operational parameters of vibrating rollers for soils compaction]. *Vestnik SibADI*, 2017, no 1 (53), pp. 20–24. (In Russian)

9. Miheev V.V., Savel'ev S.V., SHushubaeva M.K. K voprosu o povyshenii yenergoeffektivnosti vibrovozbuditelja dlja dorozhnyh vibracionnyh katkov [Energy efficienc vibro exciter for road vibration rollers]. *Vestnik SibADI*, 2018, no 1 (53), pp. 15–19. (In Russian)

10. Serebrennikov V.S. Novyi sposob povyshenija yeffektivnosti uplotnenija dorozhno-stroitel'nyh materialov vibracionnymi katkami [New method of increasing the efficienc of the road construction materials compaction with vibratory rollers]. *Mashinostroenie*, 2016, no 5 (73), pp. 22–26. (In Russian)

11. Savel'ev S.V., Buryi G.G., Poterjaev I.K. Primenenie algoritma opredelenija parametrov vibracionnyh katkov s ucheto massy uplotnjaemogo grunta v zone aktivnogo deistvija vibracii [Application of the algorithm of the parameters of vibrating rollers with the weight of the Packed soil in the zone of active action of vibrations]. *Vestnik SibADI*, 2015, no 6, pp. 32 – 37. (In Russian)

12. Harhuta N.Ja., Vasil'ev YU.M., Ohramenko R.K. Vlijanie fiziko-mehaničeskikh svoystv gruntov estestvennyh osnovanii na ih ustoichivost' i uplotnenie [Influence of physico-mechanical properties of soils natural reason for their resistance and seal]. Moscow, Avtotransizdat, 1978. 144 p. (in Russian)

13. Savel'ev S.V., Lashko A.G. Vozmozhnosti sovershenstvovaniya sovremennoi uplotnjajushei tehniki [Possibilities of improvement of modern sealing techniques]. *Izvestija VUZov*, Novosibirsk, 2010, no 5, p. 100. (In Russian)

14. Harhuta N.Ja., Vasil'ev YU.M. Prochnost', ustoichivost' i uplotnenie gruntov zemljanogo polotna avtomobil'nyh dorog [Strength, stability and compaction of the soil subgrade of highways]. Moscow, Transport, 1975. 288 p. (in Russian)

15. Savel'ev S.V., Miheev B.V. Issledovaniya naprjazhyonno-deformirovannogo sostojaniya uprugo-vjazkoi sredy pri vibracionnom nagruženii [Research of the stress-strain state of the viscous fluid under vibration loading]. *Vestnik SibADI*, 2012, no 3 (25), pp. 83 – 87. (In Russian)

16. Michael C. McVay. Evaluating thick lift limerock-base course SR-826. Report, Draft Final Report 2016. vol.18. no. 2. pp. 10–14.

17. Permjakov V.B., Zaharenko A.V., Savel'ev S.V. Obosnovanie vybor parametrov vibracionnyh katkov [Justification of the parameters choice of vibrating rollers]. *Izv. vuzov. Stroitel'stvo*, 2013, no 2, pp. 100–103. (in Russian)

18. Kopf, Fritz. Modelling and simulation of heavy tamping dynamic response of the ground. Report, Draft Final Report 2017. vol. 18. no. 2. pp. 25–34.

19. Varganov S.A., Andreev G.S., Markov P.I. Mashiny dlja uplotnenija gruntov i dorozhno-stroitel'nyh materialov [Compaction of soil and road building materials]. Moscow, Mashinostroenie, 1981. 240 p. (in Russian)

20. Dubrovin A.E. Opredelenie yeffektivny chastot kolebanii rabočego organa vibrouplotnitelja [Defining the effective frequency of the working body oscillation of vibroplates]. *Issledovaniya parametrov i rasčety dorozhno-stroitel'nyh mashin*. Saratov, 1972. Vyp. 52. pp. 40–43. (in Russian)

Поступила 02.10.2018, принята к публикации 21.12.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Савельев Сергей Валерьевич (Россия, г. Омск) – д-р техн. наук, проф. кафедры «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» ФГБОУ ВО «СибАДИ», ORCID 0000-0002-4034-2457 (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: saveliev_sergval@mail.ru).

Дубков Валерий Витальевич (Россия, г. Омск) – канд. техн. наук, доц. кафедры «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» ФГБОУ ВО «СибАДИ», ORCID 0000-0002-2480-7795 (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: dubkovvv.74@mail.ru).

Шушубаева Мадина Каиргельдиновна (Россия, г. Омск) – аспирантка кафедры «Экс-

плуатация транспортно -технологических машин и комплексов» ФГБОУ ВО «СибАДИ», ORCID 0000-0001-8351-5162 (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: gitara_91@mail.ru).

Пермяков Владислав Борисович (Россия, г. Омск) – д-р техн. наук, проф. кафедры «Эксплуатация транспортно- технологических машин и комплексов» ФГБОУ ВО «СибАДИ», заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный дорожник РФ, почетный проф. Казахского университета путей сообщения. ORCID 0000-0002-4034-2462 (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: kaf_edm@sibadi.org).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Saveliev Sergey Valerievich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Exploitation of Transport and Technological Machines and Systems' Department, Siberian State Automobile and Highway University, ORCID 0000-0002-4034-2457 (644080, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: saveliev_sergval@mail.ru).

Dubkov Valery Vitalievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Systems Operation, Siberian State Automobile and Highway University, ORCID 0000-0002-2480-7795 (644080, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: dubkovvv.74@mail.ru).

Shushubaeva Madina Kairgeldinovna – Postgraduate Student of the Exploitation of Transport and Technological Machines and Systems' Department, Siberian State Automobile and Highway University, ORCID 0000-0001-8351-5162 (644080, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: madina.shushubaeva@bk.ru).

Permyakov Vladislav Borisovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Systems Operation, Siberian State Automobile and Highway University, Honored Worker of the Higher Educational Institution of the Russian Federation, Honorary Road Worker of the Russian Federation, Honorary Professor of the Kazakh University of the Railways, ORCID 0000-0002-4034-2462 (644080, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: kaf_edm@sibadi.org).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Савельев С.В. Участвовал в разработке новой конструкции рабочего органа дорожного катка, определил рациональные параметры вальца, провел анализ литературных источников.

Дубков В.В. Участвовал в разработке новой конструкции рабочего органа, выполнил объемы чертежных работ и предварительные расчёты параметров нового вальца. Оформлял сопроводительную документацию.

Шушубаева М.К. Произведен анализ особенностей уплотнения грунтовых сред, определены основные факторы, влияющие на эффективность процесса уплотнения. Выявлено, что наиболее распространенный способ уплотнения – это вибрационный. Выполнен патентный поиск и проведена работа по оформлению текстового материала.

Пермяков В.Б. Участвовал в разработке новой конструкции рабочего органа дорожного катка, провел исследования в области оптимальных параметров вальца, провел анализ литературных источников.

AUTHORS CONTRIBUTION

Saveliev S.V. The development of a new design of the working body of the road roller, determination of the rational parameters of the drum and conduction of the literature review.

Dubkov V.V. The development of a new design of the working body, performing the volume of drawing work and preliminary calculations of the parameters of the new roller, making the accompanying documentation.

Shushubaeva M.K. The analysis of the features of the compaction of soil environments, the major factors influencing the efficiency of the compaction process. It is revealed that the most common method of compaction is vibration. The patent search and the design of the text material is carried out.

Permyakov V.B. The development of a new design of the working body of the road roller, conduction research in the field of optimal parameters of the roller, the analysis of literary sources.