

УДК 621.879.064

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОВША ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА

Г.Г. Бурый<sup>1\*</sup>, В.С. Щербаков<sup>1</sup>, С.Б. Скобелев<sup>2</sup>, В.Ф. Ковалевский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «СибАДИ»,  
г. Омск, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «ОмГТУ»,  
г. Омск, Россия

\*buryy1989@bk.ru

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** Строительство инженерных сооружений невозможно без строительных и дорожных машин. На покупку данных машин выделяется большой объем финансирования. Основные пути сокращения затрат на технику заключаются в более рациональной эксплуатации техники, а также в снижении ее стоимости путем конструктивных изменений. В статье рассматривается новая конструкция оборудования одноковшового гидравлического экскаватора меньшей стоимости.

**Материалы и методы.** Основными способами снижения затрат на строительные машины являются более рациональная эксплуатация и снижение стоимости конструкции при сохранении требуемых характеристик оборудования. В статье рассматриваются конструктивные изменения рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора, позволяющие снизить затраты на их производство.

**Результаты.** В статье описана новая конструкция ковша одноковшового гидравлического экскаватора. Проведен анализ существующих конструкций ковшей экскаваторов. Представлены силы, действующие на ковш экскаватора при копании. Описаны пути решения проблемы сокращения затрат на производство одноковшовых гидравлических экскаваторов. Проведен анализ схемы нагружения ковшей в процессе копания. Описана схема нагружения ковша, позволяющая снизить силы сопротивления копанью.

**Обсуждение и заключение.** Предложена конструкция рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора, позволяющая снизить силы сопротивления копанью, что позволит устанавливать гидропривод более низкой стоимости.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** экскаватор, ковш, сила, сопротивление, копанье, конструкция, производительность, рабочее оборудование, техника, грунт.

**БЛАГОДАРНОСТИ.** Авторы выражают благодарность рецензентам, которые будут работать с настоящей статьей.

© Г.Г. Бурый, В.С. Щербаков, С.Б. Скобелев, В.Ф. Ковалевский



Контент доступен под лицензией  
Creative Commons Attribution 4.0 License.

# IMPROVEMENT OF THE HYDRAULIC EXCAVATOR BUCKET DESIGN

G.G. Buriy, V.S. Shherbakov, S.B. Skobelev, V.F. Kovalevskiy

<sup>1</sup>Siberian State Automobile and Highway University,  
Omsk, Russia

<sup>2</sup>Omsk State Technical University,  
Omsk, Russia

\*buryy1989@bk.ru

## ABSTRACT

**Introduction.** Construction of engineering structures is impossible without building and road machines. The large volume of financing is allocated for such machines' purchase. The main ways of reducing costs of the equipment consist in more rational operation of the equipment and also in decrease of equipment's cost by constructive changes. The paper demonstrates the new design of the single-bucket hydraulic excavator with smaller cost.

**Materials and methods.** The main ways of cost reduction for construction machines are more rational operation and depreciation of a design with the required characteristics' maintaining. The paper describes constructive changes of the working equipment of the single-bucket hydraulic excavator, which allow decreasing the production costs.

**Results.** The authors describe the new bucket design of the single-bucket hydraulic excavator. Moreover, the authors carry out the analysis of the existing buckets' design. The paper also illustrates the functioning on bucket forces while digging process. The authors describe the solutions of the problem for productivity increase of the single-bucket in hydraulic excavators. In addition, the authors make the scheme of the bucket loading while digging process. Such scheme helps to reduce resistance forces of digging.

**Discussion and conclusions.** As a result, the paper presents the design of the working equipment of the hydraulic excavator's single-bucket, which allows reducing resistance forces of digging. Such results would help to establish buckets of bigger capacity and would lead to the productivity increase.

**KEYWORDS:** excavator, bucket, force, resistance, digging, design, productivity, working equipment, machines, soil.

**ACKNOWLEDGEMENTS.** The authors express their gratitude to the reviewers of the paper.

© G.G. Buriy, V.S. Shherbakov, S.B. Skobelev, V.F. Kovalevskiy



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

**ВВЕДЕНИЕ**

Развитие экономики невозможно представить без строительства и эксплуатации инженерных сооружений. Перечень инженерных сооружений очень разнообразен – это и автомобильные дороги, и здания, и трубопроводы, и многое другое. Строительство и эксплуатация инженерных сооружений осуществляются с применением строительной и землеройной техники. Одним из самых распространенных видов землеройной техники является одноковшовый гидравлический экскаватор, в частности с обратной лопатой. Данная машина осуществляет копание и перемещение грунта. Рабочим органом одноковшового гидравлического экскаватора является ковш. Основные виды ковшей, применяемых на одноковшовых гидравлических экскаваторах, представлены на рисунке 1<sup>[1]</sup>.

На сегодняшний день повышение производительности экскаваторов является актуальной задачей. В основном для решения этой

проблемы применяются системы управления работой экскаватора, содержащие датчики и электронные устройства. Другим направлением в решении данной проблемы является рекуперация энергии, т.е. накопление и последующее ее использование. Что касается конструктивных изменений, то в настоящее время предлагаются конструкции ковшей, дополненных определенными конструктивными элементами. В предлагаемых конструкциях упрощается внедрение ковша в материал, улучшаются маневренность и подвижность рабочего оборудования и многое другое<sup>2, 3</sup> [2].

**МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ**

Чтобы максимально повысить производительность одноковшового гидравлического экскаватора, следует проанализировать, от каких конструктивных элементов она зависит в большей степени. Копание менее энергозатратно, если оно осуществляется гидроцилиндром поворота ковша, а не гидроцилиндрами



Рисунок 1 – Основные виды ковшей одноковшовых гидравлических экскаваторов (обратная лопата)

Figure 1 – Main buckets' types of the single-bucket hydraulic excavators (return shovel)

<sup>1</sup> Кузнецова В.Н., Завьялов А.М. Оптимизация формы рабочих органов землеройных машин. Омск : ОмГПУ, 2008.

<sup>2</sup> Баловнев В.И. Дорожно-строительные машины и комплексы. Омск : СибАДИ, 2001. 528 с.

<sup>3</sup> Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин. М. : Машиностроение, 1990. 360 с.

поворота рукояти и стрелы. Это связано с меньшей силой сопротивления копанью, для преодоления которой применяются гидроцилиндры с меньшими размерами в отличие от гидроцилиндров поворота рукояти и стрелы. В связи с этим для решения проблемы повышения производительности одноковшового экскаватора сделан акцент на конструкции ковша экскаватора и его гидропривода. Конструкция ковша экскаватора должна обеспечивать максимальную эффективность его работы. Для ее достижения силы сопротивления при копании должны быть минимальны [6, 7, 8, 9].

Силы, действующие в процессе копания на ковше, представленные на рисунке 1, достаточно хорошо изучены и показаны на рисунке 2.

В процессе внедрения ковша в грунт на

него действуют следующие силы сопротивлений:  $F_{кр}$  – сила на режущей кромке зуба, Н;  $F_{тр}^D$  – сила трения зуба о грунт, Н;  $F_a$  – сила грунта на стенку ковша, Н;  $F_{тр}^{mp}$  – сила трения стенки ковша о грунт, Н;  $F_{cp}$  – сила сопротивления разрушению слоев грунта в точке С, Н;  $F_c$  – реакция сил грунта о грунт при сдвиге слоя в точке С, Н;  $F_{cc}$  – сила сцепления частиц между слоями грунта, Н [7, 8, 9].

Момент силы на режущей кромке зуба  $M_k$  по зависимости [7, 8, 9]:

$$M_{кр} = F_{кр} \cdot l_4, \quad (1)$$

где  $l_4$  – расстояние от оси поворота ковша до кромки зуба, м.

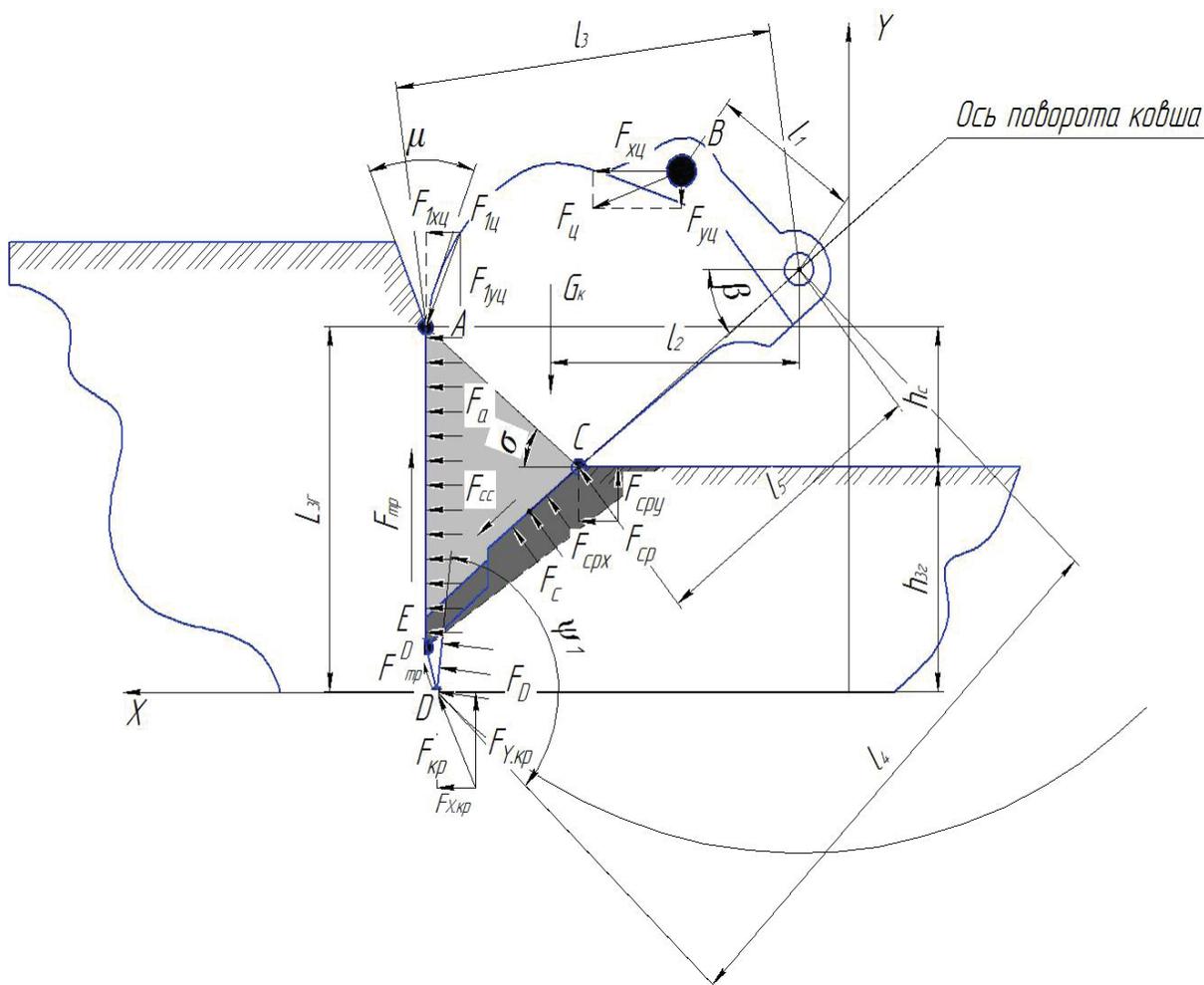


Рисунок 2 – Силы, действующие на ковш в процессе копания

Figure 2 – Forces functioning on the bucket while digging

Момент силы трения зуба о грунт  $M_{mp}^D$  определим по зависимости [7, 8, 9]

$$M_{mp}^D = F_{mp}^D \cdot l_4 = f \cdot F_D \cdot \text{ctg}(\psi_1 + \mu) \cdot l_4, \quad (2)$$

где  $f$  – коэффициент трения грунта по металлу,  $f = 0,25-0,5$ ;  $F_D$  – реакция сил грунта в точке  $D$ , Н;  $\psi_1$  – угол наклона к площадке износа по отношению к траектории зуба ковша, град;  $\mu$  – угол трения стенки ковша о грунт, град.

Момент силы грунта на стенке ковша  $M_a$  определим по зависимости [7, 8, 9]

$$M_a = F_a \cdot l_3 = F_{1u} \cdot \mu \cdot \left( \frac{h_c + h_{3z}}{h_{3z}} \right) \cdot l_3, \quad (3)$$

где  $F_{1u}$  – сила гидроцилиндра в точке  $A$ , Н;  $h_c$  – высота формируемой стружки, м;  $h_{3z}$  – глубина внедрения (заглубления), м;  $l_3$  – расстояние от оси поворота ковша до точки  $A$ , м.

Момент от силы трения стенки ковша о грунт  $M_{mp}$  определим по зависимости [7, 8, 9]:

$$M_{mp} = F_{mp} \cdot l_3 = f_D \cdot F_a \cdot k \cdot l_3, \quad (4)$$

где  $f_D$  – коэффициент сопротивления перемещению относительно поверхности стенки ковша, вызванному силой трения грунта о металл,  $f_D = 0,6 - 0,85 \cdot f$ ;  $k$  – коэффициент липкости грунта.

Момент силы сопротивления разрушению слоев грунта в точке  $C$   $M_{cp}$  определим по зависимости [7, 8, 9]

$$M_{cp} = F_{cp} \cdot l_5 = F_c \cdot \alpha \cdot l_5, \quad (5)$$

где  $\alpha$  – коэффициент сопротивления сдвигу слоя грунта по отношению к траектории;  $l_5$  – расстояние от оси поворота ковша до точки  $C$ , м.

Сила сцепления частиц между слоями грунта  $F_{cc}$  направлена таким образом, что не будет оказывать сопротивление копанью.

Момент силы гидроцилиндра поворота ковша  $M_u$  определим по зависимости [7, 8, 9]

$$M_u = F_u \cdot l_1, \quad (6)$$

где  $F_u$  – сила гидроцилиндра поворота ковша, Н;  $l_1$  – расстояние от оси поворота ковша до точки  $B$ , м.

Момент от силы тяжести ковша  $M_k$  определим по зависимости [7, 8, 9]

$$M_k = G_k \cdot l_2, \quad (7)$$

где  $G_k$  – сила тяжести ковша, Н;  $l_2$  – расстояние от оси поворота ковша до его центра масс, м.

Для реализации процесса копания необходимо, чтобы соблюдалось условие [7, 8, 9]

$$M_u + M_k > M_{kp} + M_{mp}^D + M_{cp} + M_a + M_{mp}. \quad (8)$$

Для увеличения объема зачерпываемого грунта без изменения характеристик гидропривода необходимо снижать моменты сил сопротивлений копанью. Наибольший момент силы сопротивления копанью оказывает момент  $M_a$ , так как сила сопротивления  $F_a$  воздействует на наиболь-

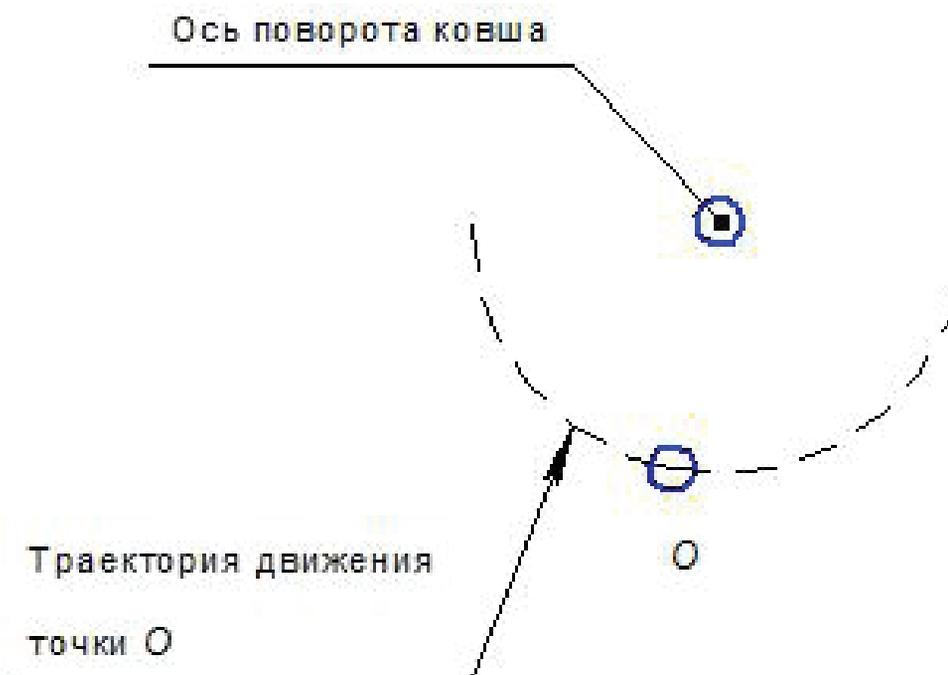


Рисунок 3 – Траектория движения точки O стенки ковша при копании

Figure 3 – Movement trajectory of the O point in a bucket side while digging

шую поверхность ковша длиной AE. Уменьшить или исключить воздействие момента  $M_a$  можно, когда длина AE ковша, на которую воздействует сила  $F_a$ , будет пренебрежительно малой величины. Представим длину AE в виде точки стенки O и рассмотрим траекторию ее перемещения относительно оси поворота ковша (рисунок 3).

Из рисунка 3 видно, что точка O перемещается по окружности вокруг ее центра. Следовательно, если стенка AE, представленная на рисунке 2 ковша в сечении, будет в форме окружности, перемещающейся вокруг своего центра, который совпадает с осью ее поворота, значит, момент сопротивления копанию  $M_a$  отсутствует.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В публикации [10] описан данный способ копания и конструкция ковша одноковшового гидравлического экскаватора. Силы, действующие в процессе копания на ковш такой конструкции, представлены на рисунке 4.

Из схемы, представленной на рисунке 4, видно, что отсутствуют силы  $F_a$  и  $F_D$ , потому

что стенка ковша не совершает перемещение в горизонтальной плоскости. Сила трения зуба о грунт  $F_{тр}^D$  будет отсутствовать, так как нет элемента зуба в конструкции, его функцию выполняет заостренная режущая кромка стенки, которая имеет округлую форму, плавно переходящую в стенку. Процесс копания осуществляется путем поворота стенки относительно оси поворота ковша, совпадающей с креплением ковша к рукояти экскаватора.

Для реализации процесса копания ковшом данной конструкции необходимо выполнение условия [11, 12]

$$M_{\psi} + M_{\kappa} > M_{кр} + M_{ср} + M_{тр}. \quad (9)$$

## ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В конструкциях грузозахватных органов [10] стенка ковша в сечении выполнена в форме окружности, центр которой является осью ее поворота. Конструкция ковша одноковшового экскаватора «Ковш экскаватора сферический» [13] с рассмотренной схемой нагружения представлена на рисунке 5.

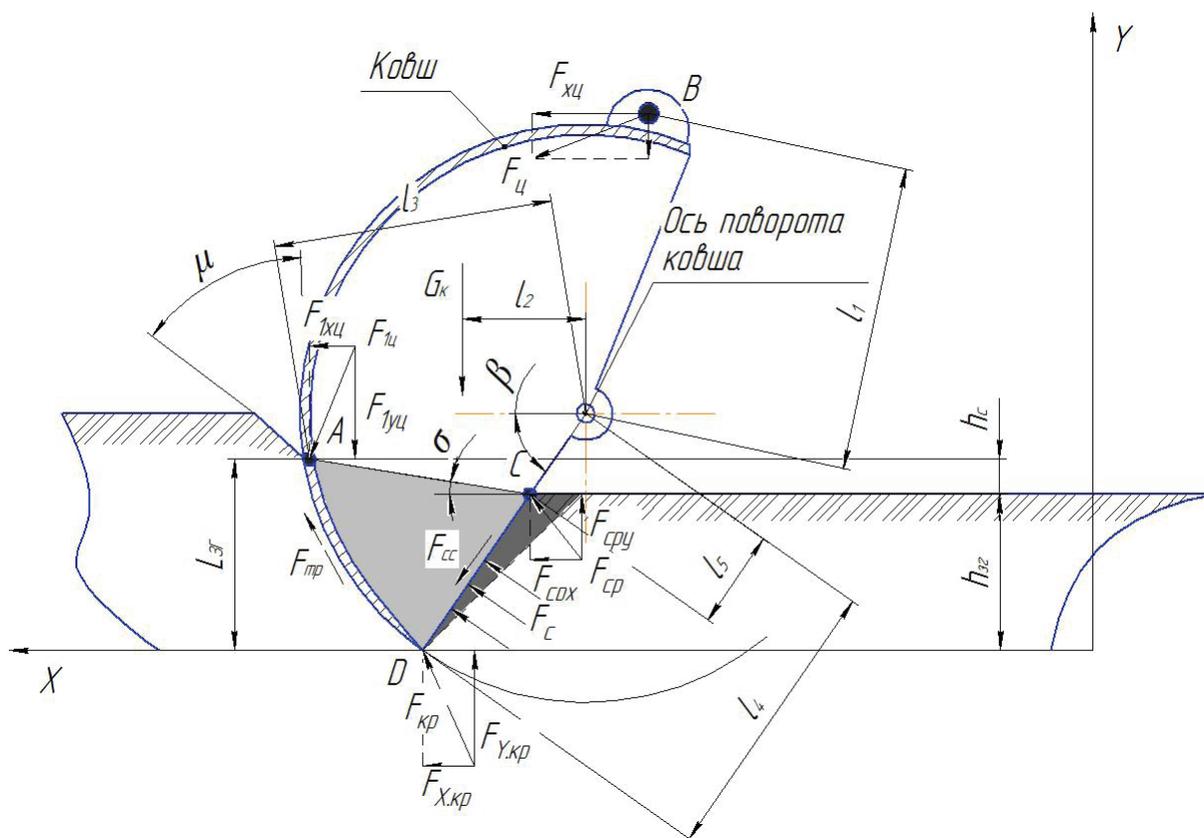


Рисунок 4 – Силы, действующие на ковш предлагаемой конструкции

Figure 4 – Forces functioning on the offered bucket

В конструкции, представленной на рисунке 5, присутствуют следующие элементы: рукоять 1, несущая конструкция 2, кронштейн 3, шаровые шарниры 4 и 6, гидроцилиндр 5, рычаг 7, челюсть 8, пальцы 9, пазы 10 [13].

Работает ковш следующим образом: машинист поворачивает рукоять 1 и опускает открытый ковш на зачерпываемый материал. При этом гидроцилиндр 5 задвинут. Далее выдвигается шток гидроцилиндра 5. Гидроцилиндр 5 поворачивается, так как соединен с кронштейном 3 через шаровой шарнир 4. Гидроцилиндр 5 через шток передает усилие на закрепленный на нем шаровой шарнир 6, который также закреплен на рычаге 7, так усилие передается на рычаг 7, зафиксированный на челюсти

8, и таким способом усилие передается и на челюсть 8. Для перемещения челюсти 8 по нужной траектории на ней закреплены пальцы 9, перемещающиеся по пазам 10 в несущей конструкции 2. Таким образом, челюсть ковша, имея сечение в форме окружности, поворачивающейся вокруг своей оси, воспринимает меньшие значения сил сопротивления копанью. Открытие ковша происходит в обратной последовательности [13].

Также следует более подробно рассмотреть отдельные конструктивные элементы данного ковша. Несущая конструкция 2 и челюсть 8 ковша представлены на рисунке 6, палец 9 показан на рисунке 7 [13].

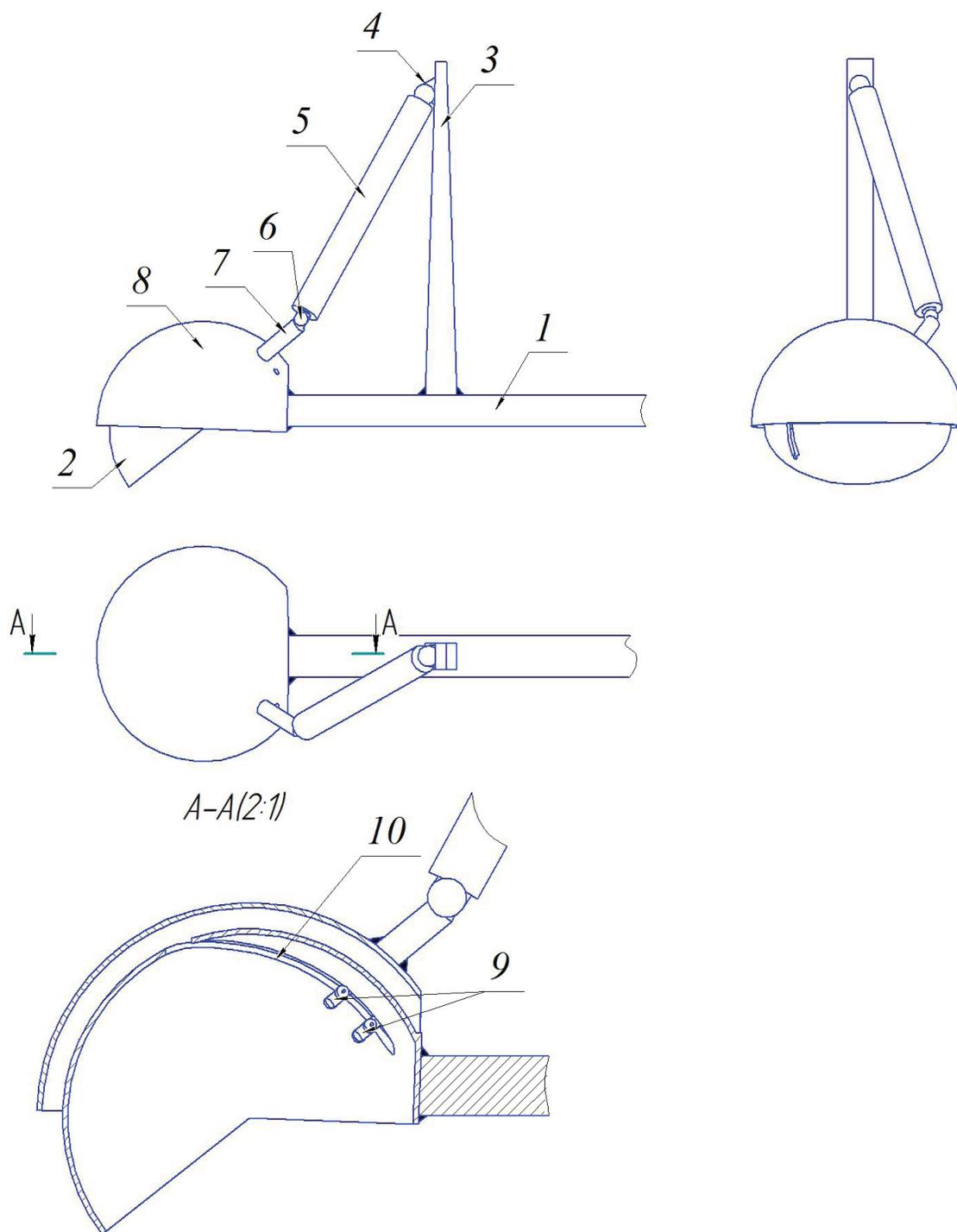


Рисунок 5 – Ковш экскаватора сферический

Figure 5 – Spherical excavator bucket

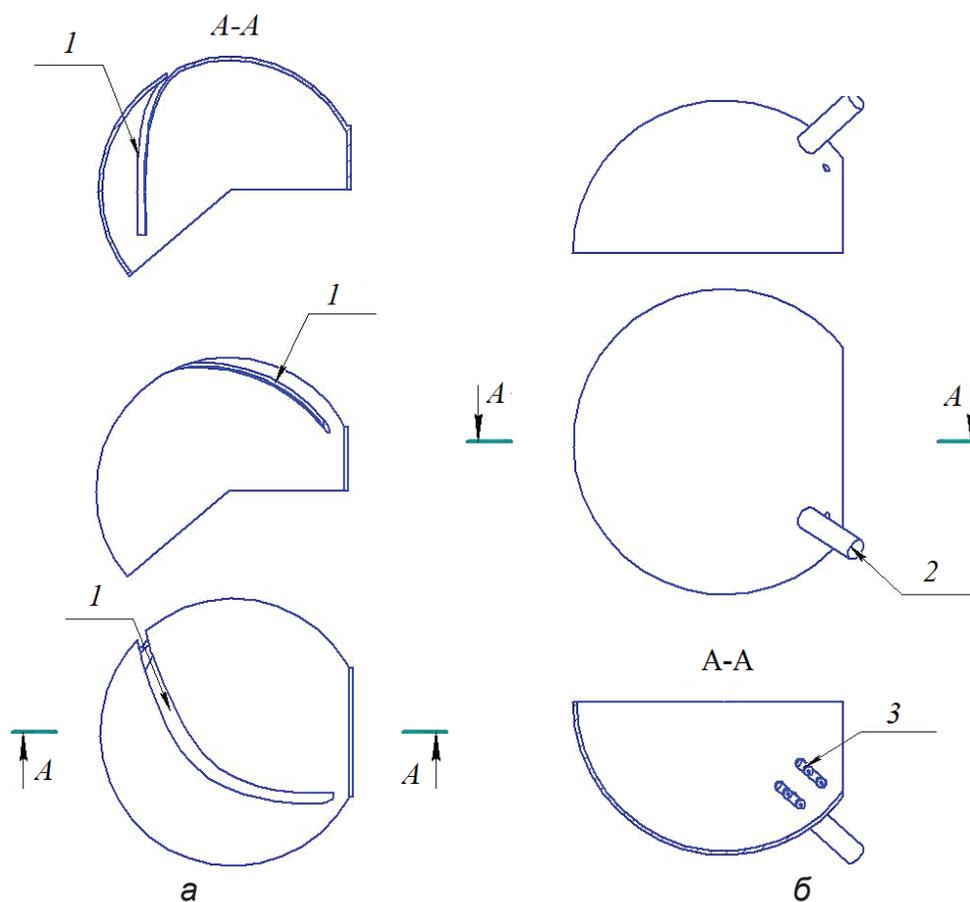


Рисунок 6 – «Ковш экскаватора сферический»:  
а – несущая конструкция; б – челюсть;  
1 – паз; 2 – рычаг; 3 – палец

Figure 6 – Spherical excavator bucket:  
а – bearing structure; б – jaw;  
1 – groove; 2 – lever arm; 3 – pin

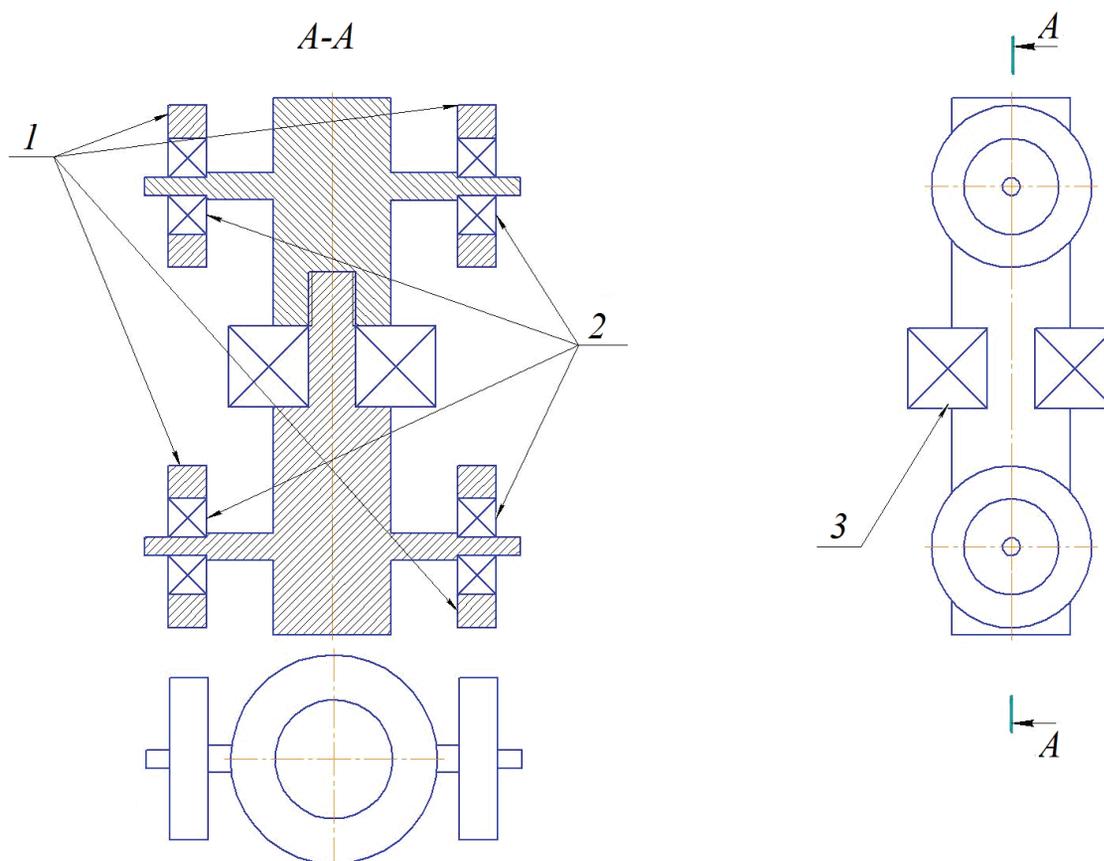
## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная выше конструкция рабочего оборудования позволяет снизить силы сопротивления копанию. Это дает возможность при более низких характеристиках гидропривода устанавливать на экскаватор ковши прежней вместимости. Следовательно, будет снижена стоимость гидропривода, что позволит сократить расходы на производство одноковшовых гидравлических экскаваторов<sup>4</sup> [14].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Sinclair R. Hydraulic Excavators: Quarrying & Mining Applications. London, Sinclair Publishing, 2011. 388 p.
2. Зеленин А.Н., Павлов В.П., Агароник М.Я., Королев А.В., Перлов А.С. Исследование разработки грунта гидравлическими экскаваторами // Строительные и дорожные машины. 1976. № 10. С. 9 – 11.
3. Ананин В.Г. Результаты экспериментальных исследований и моделирования рабочего оборудования одноковшового экскаватора //

<sup>4</sup> Кузнецова В.Н., Савинкин В.В. Исследование энергоэффективных параметров одноковшовых экскаваторов. Омск : СибАДИ, 2015. 210 с.



*Рисунок 7 – Палец «Ковш экскаватора сферический»:  
1 – колеса для перемещения пальца по поверхности каркаса ковша;  
2 – подшипники перемещения пальца по поверхности каркаса ковша;  
3 – подшипник перемещения пальца по пазу*

*Figure 7 – Pin of the spherical excavator bucket:  
1 – wheels for pin moving along the surface of the bucket frame;  
2 – bearings for pin moving on the surface of the bucket frame;  
3 – bearing for pin moving in the groove*

Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. № 1 (38). С. 205–213.

4. Иванов Р.А., Федулов А.И. Методика расчета ковша активного действия // Строительные и дорожные машины. 2005. № 10. С. 28–31.

5. Кузнецова В.Н., Савинкин В.В. Анализ эффективности работы одноковшового экскаватора // Вестник СибАДИ. 2014. №6. С. 26 – 33.

6. Павлов В.П., Абрамов А.Н. Рекомендации по выбору параметров экскаваторных ковшей // Транспортное строительство. 1984. № 7. С. 35–36.

7. Тарасов В.Н., Коваленко М.В. Механика копания грунтов, основанная на теории предельных касательных напряжений // Строительные и дорожные машины. 2003. № 7. С. 38–43.

8. Кузнецова В.Н., Савинкин В.В. Обеспечение энергоэффективности разработки грунта за счет оптимизации углов позиционирования рабочего оборудования экскаватора // Строительные и дорожные машины. 2015. № 3. С. 44–47.

9. Кузнецова В.Н., Савинкин В.В., Яковлев В.Г. Исследование влияния инерционной нагрузки рабочего оборудования экскаватора на формирование концентраций напряжений

в его элементах // Строительные и дорожные машины. 2015. № 5. С. 52–55.

10. Бурый Г.Г., Потеряев И.К., Скобелев С.Б., Ковалевский В.Ф. Ковш экскаватора сферический // Горное оборудование и электромеханика. 2018. №5. С. 35–41.

11. Тарасов В.Н., Бояркина И.В., Коваленко М.В. Применение методов аналитической механики при проектировании строительных машин // Строительные и дорожные машины. 2003. № 1. С. 28 – 30.

12. Тарасов В.Н., Коваленко М.В. Механика копания грунтов ковшом гидравлического экскаватора // Строительные и дорожные машины. 2003. №8. С. 41–45.

13. Бурый Г.Г., Потеряев И.К., Скобелев С.Б., Ковалевский В.Ф. Рабочее оборудование одноковшового гидравлического экскаватора с измененной механикой копания // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №11. С. 126–131.

14. Кузнецова В.Н., Савинкин В.В. Исследование энергоёмкости экскавационного цикла землеройной машины // Известия высших учебных заведений. Строительство. Вестник НГАСУ (Сибстрин). 2014. № 8 (668). С. 60– 68.

## REFERENCES

1. Sinclair R. Hydraulic Excavators: Quarrying & Mining Applications. London, Sinclair Publishing, 2011. 388 p.

2. Zelenin A.N., Pavlov V.P., Agaronik M.Y., Korolev A.V., Perlov A.S. Isledovanie razrabotki grunta gidravlichesimi excavatorami [Research of development of soil hydraulic excavators]. Construction and road machines, 1976; 10: 9–11 (in Russian).

3. Ananin V.G. Rezultaty eksperimentalnykh isledovaniy I modelirovaniya rabochego oborudovaniya odnocovshovogo excavatora [Results of pilot studies and modeling of the working equipment of the single-bucket excavator]. Messenger of the Tomsk state architectural and construction university, 2013; 1(38): 205–213 (in Russian).

4. Ivanov R.A., Fedulov A.I. Metodica rascheta covsha aktivnogo dejstviya [Method of bucket calculation of active action]. Construction and road machines, 2005; 10: 28–31 (in Russian).

5. Kuznetsova V.N., Savinkin V.V. Analiz effektivnosti raboty odnocovshovogo excavatora [Analysis of overall performance of the single-bucket excavator]. Vestnik SIBADI, 2014; 6: 26–33 (in Russian).

6. Pavlov V.P., Abramov A.N. Rekomendatsyi po vyboru parametrov excavatornykh covshej [Recommendations about the choice of

parameters of backhoe dippers]. Transport construction, 1984; 7: 35–36 (in Russian).

7. Tarasov V.N., Kovalenko M.V. Mehanika copaniya gruntov osnovanaya na teorii predelnykh napryazhenij [Mechanics of soil digging based on the theory of extreme tangent tension]. Construction and road machines, 2003; 7: 38–43 (in Russian).

8. Kuznetsova V.N., Savinkin V.V. Obespechenie energoefektivnosti razrabotki grunta za schet optimizatsii uglov pozitsionirovaniya rabochego oborudovaniya excavatora [Ensuring energy efficiency of soil development due to optimization of angles of the working excavator equipment]. Construction and road machines, 2015; 3: 44–47 (in Russian).

9. Kuznetsova V.N., Savinkin V.V., Yakovlev V.G. Isledovanie vliyaniya inertsionoj nagruzki rabochego oborudovaniya excavatora na formirovanie contsentratsyj napryazhenij v ego elementah [Research of the inertial loading influence of the working equipment of the excavator on concentration tension formation in its elements]. Construction and road machines, 2015; 5: 52–55 (in Russian).

10. Buryj G.G., Poteryaev I.K., Skobelev S.B., Kovalevskij V.F. Covsh excavatora sfericheskij [Bucket of the spherical excavator]. Mountain equipment and electromechanics, 2018; 5: 35–41 (in Russian).

11. Tarasov V.N., Boyarkina I.V., Kovalenko M.V. Primenenie metodov analiticheskoy mehaniki pri proectirovanii stroitelnykh mashyn [Application of the analytical mechanics' methods at construction machines' design]. Construction and road machines, 2003; 1: 28–30 (in Russian).

12. Tarasov V.N., Kovalenko M.V. Mehanika copaniya gruntov covshom gidravlicheskogo excavatora [Mechanics of digging of the hydraulic excavator soil bucket]. Construction and road machines, 2003; 8: 41–45 (in Russian).

13. Buryj G.G., Poteryaev I.K., Skobelev S.B., Kovalevskij V.F. Rabochee oborudovanie odnocovshovogo gidravlicheskogo excavatora s izmenennoj mehanicoj copaniya [Working equipment of the single-bucket hydraulic excavator with the changed digging mechanics]. The BGTU Bulletin of V.G. Shukhov, 2018; 11: 126–131 (in Russian).

14. Kuznetsova V.N., Savinkin V.V. Isledovanie energoyomkosti exskavatsionogo tsikla zemlerojnoj mashyny [Research of power consumption of an excavation cycle of the digging machine]. News of higher educational institutions. Construction. NGASU bulletin (Sibstrin), 2014; 8(668): 60–68 (in Russian).

**Поступила 11.03.2019, принята к публикации 21.06.2019.**

**Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

**Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.**

#### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

*Бурый Григорий Геннадьевич (г. Омск, Россия) – канд. техн. наук, доц. кафедры «Автомобили, конструкционные материалы и технологии», ORCID: 0000-0002-5008-9176, ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: buryy1989@bk.ru).*

*Щербakov Виталий Сергеевич (г. Омск, Россия) – д-р техн. наук, проф., проф. кафедры «Автоматизация производственных процессов и электротехника», ORCID: 0000-0002-3084-2271, ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: sherbakov\_vs@sibadi.org).*

*Скобелев Станислав Борисович (г. Омск, Россия) – канд. техн. наук, доц. кафедры «Технология машиностроения», ORCID: 0000-0002-7978-5941, ФГБОУ ВО «ОмГТУ» (644050, г. Омск, пр. Мира, 11, e-mail: skobelew@rambler.ru).*

*Ковалевский Валерий Федорович (г. Омск, Россия) – канд. техн. наук, доц., доц. кафедры «Технология машиностроения», ORCID: 0000-0002-2677-0076, ФГБОУ ВО «ОмГТУ» (644050, г. Омск, пр. Мира, 11, e-mail: skobelew@rambler.ru).*

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

*Grigoriy G. Buriy – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Cars, Structural Materials and Technologies Department, Siberian State Automobile and Highway University, ORCID: 0000-0002-5008-9176, (644088, Omsk, 5, Mira Ave, e-mail: buryy1989@bk.ru).*

*Vitaliy S. Scherbakov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automation of Production Processes and Electrical Engineering, Siberian State Automobile and Highway University, ORCID: 0000-0002-3084-2271, (644088, Omsk, 5, Mira Ave, e-mail: sherbakov\_vs@sibadi.org).*

*Stanislav B. Skobelev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Engineering Technology Department, Omsk State Technical University, ORCID: 0000-0002-7978-5941, (644050, Omsk, 11, Mira Ave, e-mail: skobelew@rambler.ru).*

*Valeriy F. Kovalevsky – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor the Engineering Technology Department, Omsk State Technical University, ORCID: 0000-0002-2677-0076, (644050, Omsk, 11, Mira Ave, e-mail: skobelew@rambler.ru).*

#### **ВКЛАД СОАВТОРОВ**

*Бурый Г.Г. Анализ конструкций ковшей однокоршковых гидравлических экскаваторов, разработка новых конструкций рабочих органов однокоршковых гидравлических экскаваторов, описание составляющих и принципов действия оборудования.*

*Щербakov В.С. Проверка статьи, разработка нового способа копания грунта однокоршковым гидравлическим экскаватором.*

*Скобелев С.Б. Исследование схемы сил, действующих на новую конструкцию ковша однокоршкового гидравлического экскаватора, написание введения.*

*Ковалевский В.Ф. Исследование схемы сил, действующих на новую конструкцию ковша однокоршкового гидравлического экскаватора, написание заключения.*

#### **AUTHORS' CONTRIBUTION**

*Grigoriy G. Buriy – analysis of the buckets' designs of single-bucket hydraulic excavators, new designs' development of working bodies of single-bucket hydraulic excavators, description of components and principles of the equipment operation.*

*Vitaliy S. Scherbakov – paper verification, development of the new soil digging way by single-bucket hydraulic excavator.*

*Stanislav B. Skobelev – forces' research operating on a new bucket design of the single-bucket hydraulic excavator, introduction part writing.*

*Valeriy F. Kovalevsky – forces' research operating on a new bucket design of the single-bucket hydraulic excavator, conclusion part writing.*