

DOI: 10.12737/article_5bf7e35d1bea94.75858552

^{1,*}Бурый Г.Г., ¹Потеряев И.К., ²Скобелев С.Б., ²Ковалевский В.Ф.¹Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)

Россия, 644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5

²Омский государственный технический университет

Россия, 644050, г. Омск, пр. Мира, д. 11

*E-mail: buryy1989@bk.ru

РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОДНОКОВШОВОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА С ИЗМЕНЕННОЙ МЕХАНИКОЙ КОПАНИЯ

Аннотация. В статье представлена новая конструкция рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора с обратной лопатой. Актуальность темы статьи заключается в снижении затрат на строительство при соблюдении качества работ. Приведено назначение одноковшовых гидравлических экскаваторов с обратной лопатой и их потребность в строительстве. Представлены виды строительных материалов разрабатываемых одноковшовым гидравлическим экскаватором с обратной лопатой. Описаны способы снижения затрат на строительство. Одним из способов снижения затрат на строительство является повышение производительности одноковшовых гидравлических экскаваторов с обратной лопатой. Описаны способы повышения производительности одноковшовых гидравлических экскаваторов с обратной лопатой. Представлено описание конструкции существующего рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора с обратной лопатой. Приведен анализ сил действующих на ковш в процессе копания. Описаны силы сопротивления грунта на внутренней стенке ковша и способы их снижения. Приведена более рациональная механика копания грунта одноковшовым гидравлическим экскаватором с обратной лопатой. Представлены ее преимущества в сравнении с существующей механикой копания. Приведена конструкция рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора с обратной лопатой обладающая более рациональной механикой копания грунта. Представлены элементы рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора, позволяющие реализовать более рациональную механику копания. Описан принцип работы рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора с обратной лопатой обладающего более рациональной механикой копания. Представлено за счет чего достигается снижение затрат на строительство при использовании рабочего оборудования экскаватора с более рациональной механикой копания.

Ключевые слова: экскаватор, ковш, грунт, копание, конструкция, производительность.

Введение. Строительство является одной из важнейших сфер экономики. В эту сферу вкладываются огромные средства из бюджета. В связи с этим актуальной задачей является снижение затрат на строительство при соблюдении качества выполняемых работ. На сегодняшний день невозможно представить строительство без дорожной и строительной техники. Данные машины выполняют перемещение, уплотнение, выравнивание и другие действия со строительными материалами. Наиболее распространенными строительными машинами являются экскаваторы. Одним из наиболее распространенных видов экскаваторов являются одноковшовые гидравлические экскаваторы с обратной лопатой. Данные машины осуществляют копание и перемещение сыпучих материалов, к которым можно отнести грунты различной фракции, щебень и т.д.

Основная часть. Основными мерами по снижению затрат на строительство являются снижение стоимости строительной техники и более рациональное ее использование. Снижение стоимости техники может выражаться в уменьшении материалоемкости машины или применением в

конструкции более дешевых материалов [1, 2, 3]. Более рациональное использование может выражаться в экономии горюче-смазочных материалов и электроэнергии, а также в улучшении механики отдельных элементов машины.

Наиболее подвижным узлом одноковшового гидравлического экскаватора является его рабочее оборудование, рассмотрим его на примере экскаватора ЭО-4121 (рис. 1).

В рабочее оборудование экскаватора ЭО-4121 входит: 1 – основная часть стрелы; 2 – промежуточная часть стрелы; 3 – отверстие для установки; 4 – гидроцилиндр рукояти; 5 – рукоять; 6 – гидроцилиндр поворота ковша; 7, 8, 11 – тяги; 9 – режущая кромка ковша; 10 – ковш; 12 – гидроцилиндр подъема и опускания стрелы [4, 5, 6, 7].

Основной операцией рабочего оборудования экскаватора является копание. Улучшение механики копания позволило бы без изменений характеристик гидропривода увеличить габаритные размеры ковша и, следовательно, объем зачерпываемого материала [8].

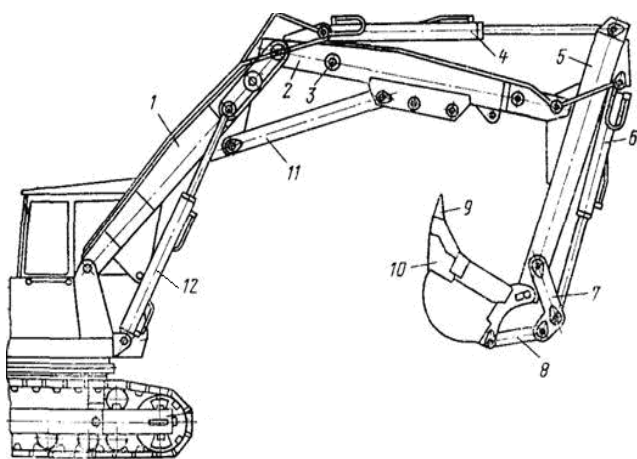


Рис. 1. Рабочее оборудование одноковшового экскаватора ЭО-4121

Рассмотрим силы, действующие на ковш, в процессе копания (рис. 2).

На рис. 2 представлены следующие силы: P – сила прикладываемая гидроцилиндром поворота ковша; P_1 – сила сопротивления грунта на режущей кромке ковша; P_2 – сила сопротивления грунта на внутренней стенке ковша; P_3 – сила трения грунта по металлу.

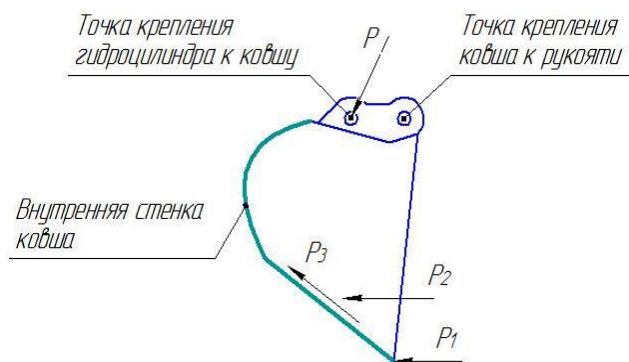


Рис. 2. Силы, действующие на ковш, в процессе копания

Из представленных сил наибольшее воздействие оказывает сила сопротивления P_2 , действующая на внутреннюю стенку ковша. Сила сопротивления на режущей кромке неизбежна, также как и сила трения грунта по металлу. Рассмотрим подробнее силу P_2 и ее воздействие на внутреннюю стенку ковша в процессе копания. Уменьшение давления силы P_2 возможно путем изменения конструкции внутренней стенки, а также ее механики движения в процессе копания. Рассмотрим схему воздействия силы P_2 на внутреннюю стенку (рис. 3) [9].

В процессе копания внутренняя стенка ковша поворачивается вокруг крепления ковша к рукояти. При повороте сила P_2 направлена к стенке под углом α (рис. 3). Таким образом вектор силы P_2 воздействует на стенку частично и раскладывается на два вектора P_{21} и P_{22} .

Сила P_{22} перемещает грунт вверх по ковшу, а сила P_{21} оказывает сопротивление, которое как раз требуется преодолеть гидроприводу в процессе копания. Причем, чем больше угол α , тем больше будет сила P_{21} и меньше сила P_{22} .

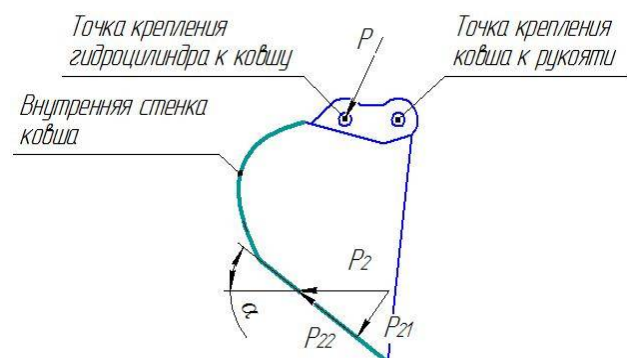


Рис. 3. Воздействие силы P_2 на внутреннюю стенку ковша в процессе копания

Таким образом изменение формы стенки и введение дополнительных конструктивных элементов без изменения механики движения не позволит существенно снизить давление силы P_2 . Это связано с тем, что в процессе копания сила сопротивления P_2 направлена к стенке под углом от 0 до 90° воздействуя на ее площадь. Угол может меняться в зависимости от формы стенки взаимодействующей с грунтом.

Следовательно в процессе копания нужно стремиться к минимальным значениям угла α . Угол α будет равен нулю если давление на грунт при любом положении ковша будет оказываться режущей кромкой. Рассмотрим траекторию перемещения точки соответствующей режущей кромке относительно крепления ковша к рукояти в процессе копания (рис. 4).

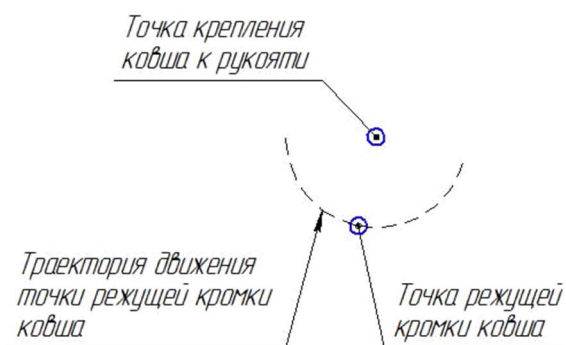


Рис. 4. Траектория перемещения точки режущей кромки ковша в процессе копания

Как видно из рис. 4 траектория движения точки соответствующей режущей кромке имеет форму окружности с центром вращения вокруг точки крепления ковша к рукояти. Чтобы обеспечить такое перемещение ковша каждая точка его внутренней стенки должна быть расположена на

данной траектории. В этом случае стенка и силы, действующие на нее, будут выглядеть следующим образом (рис. 5).

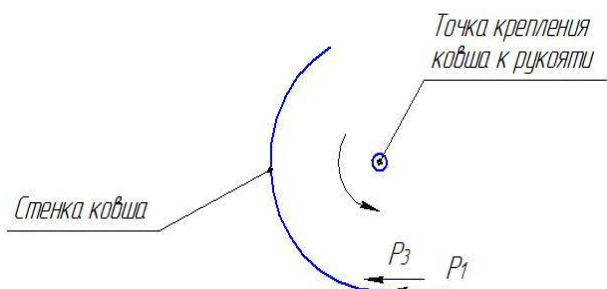


Рис. 5. Силы действующие на измененную стенку

Механика и конструкция стенки представленной на рис. 5 позволяет сократить силы сопротивления копанью, что позволяет без изменения характеристик гидропривода увеличивать габаритные размеры ковша, как следствие его вместимость.

Автором патентов на изобретения Российской Федерации [10] и описаны конструкции грейфера и ковша экскаватора обеспечивающие такое перемещение зачерпывающей стенки. Рассмотрим подробнее конструкцию ковша экскаватора описанную в патенте [10] под названием «Ковш экскаватора сферический» (рис. 6.)

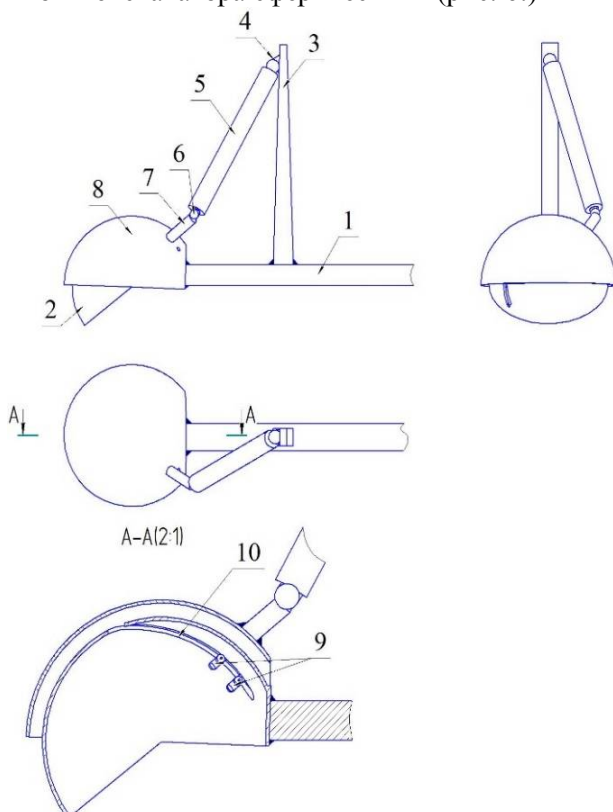


Рис. 6. Ковш экскаватора сферический

Ковш экскаватора сферический (рис. 6) состоит из следующих элементов: рукоять 1, несущая конструкция 2, кронштейн 3, шаровые шарниры 4 и 6, телескопический гидроцилиндр 5, рычаг 7, челюсть 8, пальцы 9, пазы 10.

Единственное отличие работы ковша [10] от механизма копания представленной на рис. 5 заключается во вращении зачерпывающей стенки относительно точки находящейся в центре несущей конструкции, которая дополняет рукоять экскаватора. Такое расположение точки, относительно которой вращается стенка, не противоречит основной идее изобретения, так как соблюдается траектория перемещения стенки.

Принцип действия оборудования следующий: поворотом рукояти 1 на грунт опускается ковш. В этот момент телескопический гидроцилиндр 5 находится в задвинутом состоянии. Затем путем выдвигания штока телескопический гидроцилиндр 5 поворачивается за счет соединенного с кронштейном 3 шарового шарнира 4. Телескопический гидроцилиндр 5 оказывает давление на шаровой шарнир 6 закрепленный одновременно на штоке и на рычаге 7. Через рычаг 7 закрепленный на челюсти 8 передается усилие, за счет которого челюсть 8 начинает перемещение. Чтобы перемещение было по заданной траектории на челюсти 8 закреплены пальцы 9 перемещающиеся по пазам 10 расположенным в несущей конструкции 2. Такая конструкция обеспечивает поворот челюсти имеющей в сечении форму окружности центр которой является осью поворота. Это позволяет снизить силы сопротивления копанью. Выгрузка ковша происходит в противоположной последовательности.

Рассмотрим более подробно некоторые элементы конструкции «ковш экскаватора сферический». Несущая конструкция 2 представлена на рис. 7. Челюсть ковша 8 представлена на рис. 8. Палец 9 представлен на рис. 9.

Выводы. Описанная конструкция рабочего оборудования «ковш экскаватора сферический» воспринимает меньшее значение силы сопротивления копанью. Это позволяет без изменения характеристик гидропривода устанавливать на одноковшовый гидравлический экскаватор ковши большей емкости. Увеличенная емкость ковша позволит зачерпывать больший объем грунта за один цикл работы, что увеличит производительность одноковшовых гидравлических экскаваторов [11].

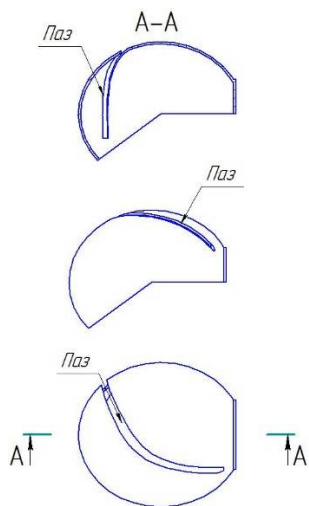


Рис. 7. Несущая конструкция

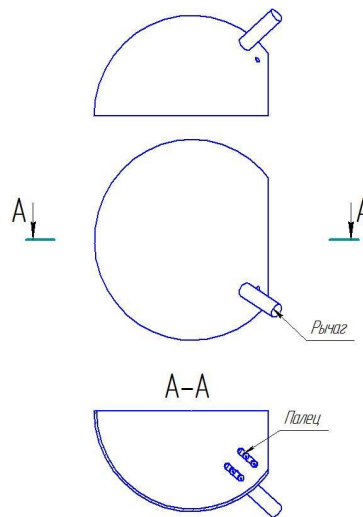


Рис. 8. Челюсть

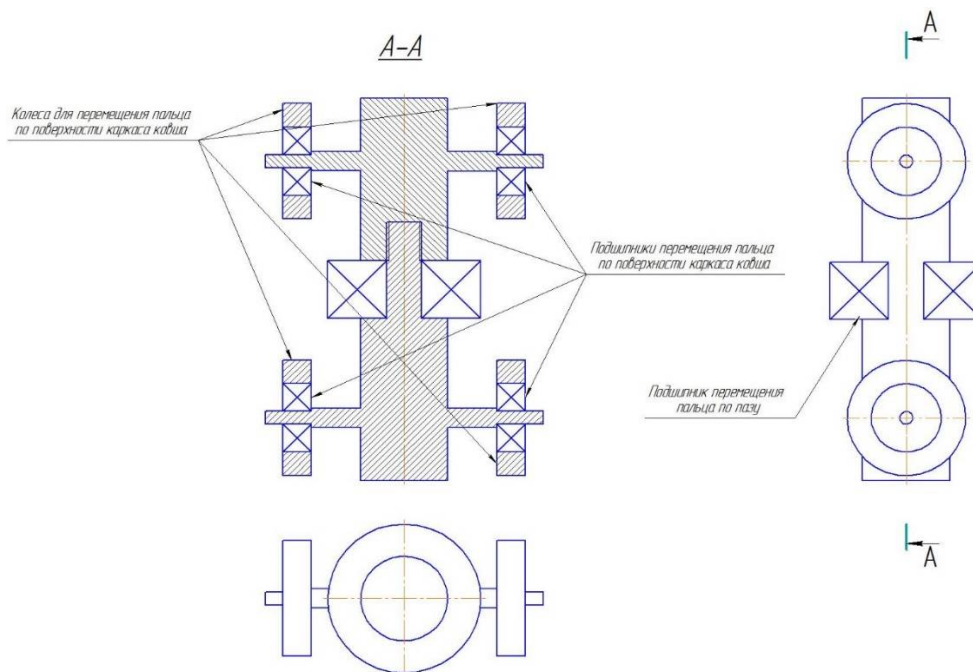


Рис. 9. Палец

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галдин Н.С. Проектирование гидроимпульсного рабочего оборудования для одноковшовых экскаваторов // Строительные и дорожные машины. 2017. №4. С. 42–44.
2. Хмара Л.А., Дахно О.А. Оптимизация процесса копания грунта одноковшовым экскаватором с телескопическим рабочим оборудованием // Строительные и дорожные машины. 2017. №4. С. 12–20.
3. Plonecki L., Trampczynski W., Cendrowicz J. A concept of digital control system to assist the

operator of hydraulic excavators // Automation in construction. 1998. №5. Pp. 401–411.

4. Пермяков В.Б. Технологические машины и комплексы в дорожном строительстве (производственная и техническая эксплуатация) / Пермяков В.Б., Иванов В.И., Мельник С.В., Захаренко А.В., Кузнецова В.Н., Салихов Р.Ф., Сачук Ю.С., Иванов В.Н., Шапошников А.В., Злобин А.И., Дубков В.В., Мартюков Р.А., Савельев С.В., Беляев К.В. М.: Бастет, 2014, 752 с.

5. Хмара Л.А., Дахно О.А. Теоретические основы копания грунта одноковшовым экскаватором с телескопическим рабочим оборудованием / Транспортные системы Сибири, развитие

транспортной системы как катализатора роста экономики государства : сб. материалов конференции // СФУ, 2016. С 50–65.

6. Андреева Л.И., Красникова Т.И., Ушаков Ю.Ю. Эксплуатация экскаваторов циклического действия // Мир дорог. 2017. №100. С 72–75.

7. Landberg L. Excavators combine compactness and power // Construction equipment. 2003. №8. Pp. 58–59.

8. Demishcan V. Experimental researches of the process of enterworking of the operational parts of excavators with soil // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. 2008. №43. Pp. 115–118.

9. Демиденко А.И., Летопольский А.Б., Семкин Д.С., Потеряев И.К. Экспериментальные исследования процесса резания грунта скребками траншейного цепного экскаватора // Известия Тульского государственного университета. 2016. №3. С. 256–263.

10. Пат. 2656286 Российская Федерация, МПК E02F 3/28. Ковш экскаватора сферический / Бурый Г.Г.; заявитель и патентообладатель Бурый Г. Г., заявл. 30.12.2016 ; опубл. 04.06.2018, Бюл. № 16. 3 с.

11. Бурый Г.Г., Потеряев И.К. Грейфер сферический // Мир транспорта и технологических машин. 2017. №2. С. 47–50.

Информация об авторах

Бурый Григорий Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили, конструкционные материалы и технологии». E-mail: buryy1989@bk.ru. Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ). Россия, 644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5.

Потеряев Илья Константинович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве». E-mail: poteryaev_ik@mail.ru. Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ). Россия, 644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5.

Скобелев Станислав Борисович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения». E-mail: skobelew@rambler.ru. Омский государственный технический университет. Россия, 644050, г. Омск, пр. Мира, д. 11.

Ковалевский Валерий Федорович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения». E-mail: skobelew@rambler.ru. Омский государственный технический университет. Россия, 644050, г. Омск, пр. Мира, д. 11.

Поступила в октябре 2018 г.

© Бурый Г.Г., Потеряев И.К., Скобелев С.Б., Ковалевский В.Ф., 2018

^{1,*}*Buryy G.G., ¹Poteryaev I.K., ²Scobelew S.B., ²Kovalevskiy V.F.*

¹*Siberian State Automobile and Highway University*

Russia, 644080, Omsk, st. Mira pr., 5

²*Omsk State Technical University*

Russia, 644050, Omsk, st. Mira pr., 11

**E-mail: buryy1989@bk.ru.*

WORKING EQUIPMENT OF SINGLE-BUCKET HYDRAULIC EXCAVATOR WITH CHANGED DIGGIN MECHANICS

Abstract. *The article presents a new structure of the working equipment of a single-bucket hydraulic excavator with a backhoe. The article's relevance is to reduce construction costs while maintaining the quality of performance. The purpose of single-bucket hydraulic excavators with a backhoe and its need for construction are presented. Methods for reducing construction costs are described. Improving the performance of single-bucket hydraulic backhoe escalator is the way to reduce construction costs. The means to improve the performance of single-bucket hydraulic excavators with a backhoe are given. A description of the construction of existing single-bucket hydraulic excavator with a backhoe is presented. The analysis of the forces acting on the bucket in the process of digging is displayed. The soil resistance forces on the bucket's inside wall and ways to reduce them are described. A more rational mechanics of digging the soil with a single-bucket hydraulic excavator with a backhoe is given. The advantages in comparison with the existing digging mechanics are presented. The structure of the working equipment of excavator with a backhoe with more rational mechanics of digging is given. Elements of the working equipment of a single-bucket hydraulic excavator are described, allowing to implement a more efficient digging mechanics. The principle of the working equipment*

of a single-bucket hydraulic excavator with a backhoe with more rational digging mechanics is discussed. The way to decrease the construction costs is shown, when using the working equipment of an excavator with a more rational digging mechanics.

Keywords: excavator, bucket, soil, digging, construction, performance

REFERENCES

1. Galdin N.S. Design of hydraulic impulse work equipment for single-bucket excavators. Construction and road machines, 2017, no. 4, pp. 42–44.

2. Hmara L.A., Dahno O.A. Optimization of soil digging with a single-bucket excavator with telescopic working equipment. Construction and road machines, 2017, no. 4, pp. 12–20.

3. Plonecki L., Trampczynski W., Cendrowicz J. A concept of digital control system to assist the operator of hydraulic excavators. Automation in construction, 1998, no.5, pp. 401–411.

4. Permyakov V.B., Ivanov V.I., Melnik S.V., Zaharenko A.V., Kuznetcova V.N., Salihov R.F., Sachuk Y.S., Ivanov V.N., Shaposhnikov A.V., Zlobin A.I., Dubkov V.V., Martyukov R.A., Savel'ev S.V., Belyaev K.V. Technological machines and complexes in road construction (production and technical operation). Moscow: Bastet, 2014, 752 p.

5. Hmara L. A., Dahno O. A. Theoretical foundations of soil excavation by single-bucket excavator with telescopic working equipment. Transport systems of Siberia, the development of the

transport system as a catalyst for the growth of the state economy : conference proceedings. SFU, 2016, pp. 50–65.

6. Andreeva L.I., Krasnikova T.I., Ushakov Y.Y. Operation of cyclic excavators. World of roads, 2017, no. 100, pp. 72–75.

7. Landberg L. Excavators combine compactness and power. Construction equipment, 2003, no. 8, pp. 58–59.

8. Demishcan V. Experimental researches of the process of enterworking of the operational parts of excavators with soil. Bulletin of the Kharkiv National Automobile and Highway University, 2008, no. 43, pp. 115–118.

9. Demidenko A.I., Letopolski A.B., Semkin D.S., Poteryaev I.K. Experimental studies of the cutting process of soil scrapers trench chain excavator. News of Tula State University, 2016, no. 3, pp. 256–263.

10. Buryy G.G. Pat. Russian Federation, MPC E02F 3/28. Spherical excavator bucket. Patent RF, no. 2656286, 2018.

11. Buryy G.G., Poteryaev I.K. Spherical grab. The world of transport and technological machines, 2017, no. 2, pp. 47–50.

Information about the authors

Buryy, Grigoriy G. PhD, Assistant professor. E-mail: buryy1989@bk.ru. Siberian State Automobile and Highway University. Russia, 644080, Omsk, st. Mira pr., 5.

Poteryaev, Ilya K. PhD, Assistant professor. E-mail: poteryaev_ik@mail.ru. Siberian State Automobile and Highway University. Russia, 644080, Omsk, st. Mira pr., 5.

Skobelew, Stanislav B. PhD, Assistant professor. E-mail: skobelew@rambler.ru. Omsk State Technical University. Russia, 644050, Omsk, st. Mira pr., 11.

Kovalevskiy, Valeriy F. PhD, Assistant professor. E-mail: skobelew@rambler.ru. Omsk State Technical University. Russia, 644050, Omsk, st. Mira pr., 11.

Received in October 2018

Для цитирования:

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. DOI: 10.12737/article_5bf7e35d1bea94.75858552

For citation:

Buryy G.G., Poteryaev I.K., Skobelew S.B., Kovalevskiy V.F. Working equipment of single-bit hydraulic excavator with changed mechanics of copy. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2018, no. 11, pp. 126–131. DOI: 10.12737/article_5bf7e35d1bea94.75858552