

УДК 621.879.064

Бурый Григорий Геннадьевич¹, канд. техн. наук, доцент, **Потеряев Илья Константинович**¹, канд. техн. наук, доцент, **Скобелев Станислав Борисович**², канд. техн. наук, доцент, **Ковалевский Валерий Федорович**², канд. техн. наук, доцент

¹Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 644080, г. Омск, пр. Мира 5

²Омский государственный технический университет, 644050, г. Омск, пр. Мира 11

E-mail: buryy1989@bk.ru

КОВШ ЭКСКАВАТОРА СФЕРИЧЕСКИЙ

Аннотация: В статье представлена конструкция рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора с обратной лопатой. Приведена актуальность строительства в сфере развития экономики. В статье приведены пути снижения затрат на строительство. Одним из путей снижения затрат на строительство является повышение производительности строительных машин, в частности одноковшовых гидравлических экскаваторов с обратной лопатой. Приведены способы увеличения производительности одноковшовых гидравлических экскаваторов с обратной лопатой. Рассмотрена конструкция существующего рабочего оборудования экскаватора и проанализированы давления на ковше возникающие в процессе копания. Представлены способы снижения давлений сопротивления копания на ковше экскаватора. Одним из способов снижения давлений сопротивления копания возникающих на ковше экскаватора является изменение формы конструктивных элементов ковша и траектория их движения. Приведена форма и траектория движения внутренней стенки ковша позволяющие снизить давления сопротивления копания. Предложена конструкция и описан принцип работы ковша одноковшового гидравлического экскаватора с обратной лопатой, воспринимающего меньшее сопротивление при копании. Представлено за счет чего повышается производительность одноковшовых гидравлических экскаваторов с обратной лопатой с наличием ковша новой конструкции.

Ключевые слова: экскаватор, ковш, давление, грунт, копание, сопротивление, производительность, конструкция, строительство.

Информация о статье: принята 19 ноября 2018 г.

DOI: 10.26730/1816-4528-2018-5-35-41

Развитие экономики невозможно представить без такой сферы как строительство. Дороги, здания, мосты и тоннели – это только некоторые объекты строительства. Также для поддержания сооружений в надлежащем состоянии необходимо проводить ремонт. Создание новых и эксплуатация существующих сооружений требует существенных затрат. Данную сферу невозможно представить без строительных и дорожных машин. Одним из путей снижения затрат в сфере строительства является более рациональное использование дорожных машин. Под этим можно понимать использование машин меньшей стоимости с сохранением качества выполняемых ими работ а также улучшение процессов эксплуатации техники. Дорожные машины выполняют такие виды работ как копание, уплотнение, выравнивание, перемещение строительных материалов. К строительным материалам можно отнести щебень, грунты различного гранулометрического состава такие как песок, супесь, суглинки и так далее. Наиболее распространенными строительными машинами являются экскаваторы, а именно одноковшовые гидравлические экскаваторы. Данные машины выполняют

копание и перемещение материала с помощью рабочего оборудования рис. 1 [1, 2, 3].

В состав рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора рис. 1 входит: 1 – основная часть стрелы; 2 – промежуточная часть стрелы; 3 – гидроцилиндр подъема и опускания стрелы; 4 – рукоять; 5 – гидроцилиндр поворота рукояти; 6 – гидроцилиндр поворота ковша; 7, 8, 9 – тяги; 10 – ковш; 11 – режущая часть ковша.

Как было сказано выше, одним из путей снижения затрат на строительство является более рациональное использование дорожных машин. Этого можно добиться такими способами как увеличение производительности и срока службы машины, экономия горюче-смазочных материалов при эксплуатации, экономия материалов или их замена более дешевыми аналогами в процессе производства.

Также сократить затраты на строительство возможно за счет снижения давлений сопротивления копания без изменения мощности гидропривода экскаватора.

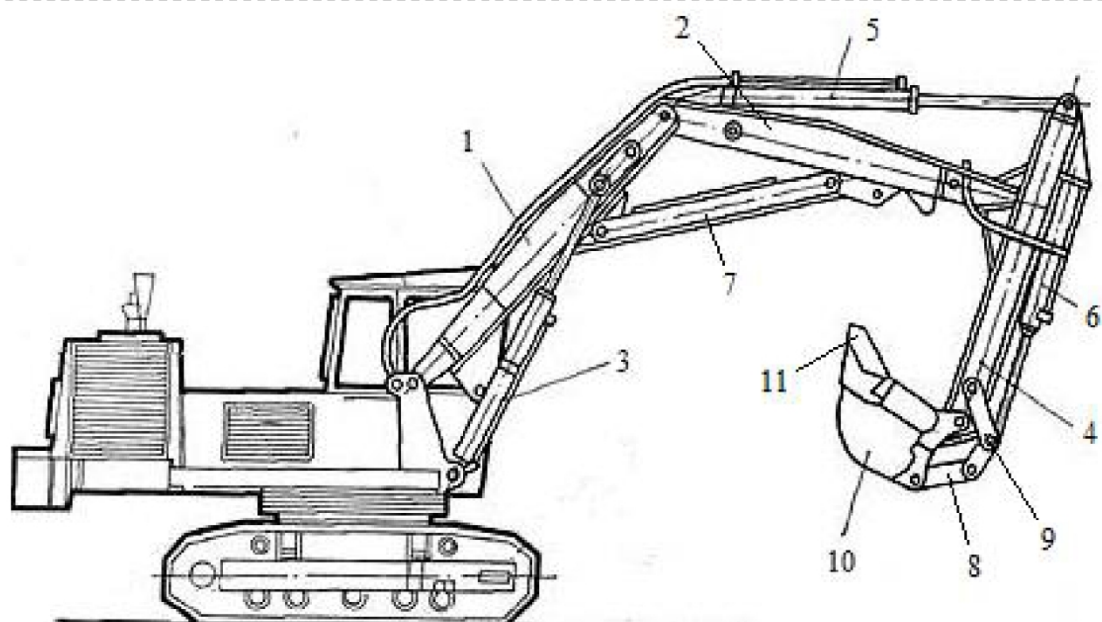


Рис. 1. Рабочее оборудование одноковшового гидравлического экскаватора
Fig. 1. The implement of a single-bucket hydraulic excavator

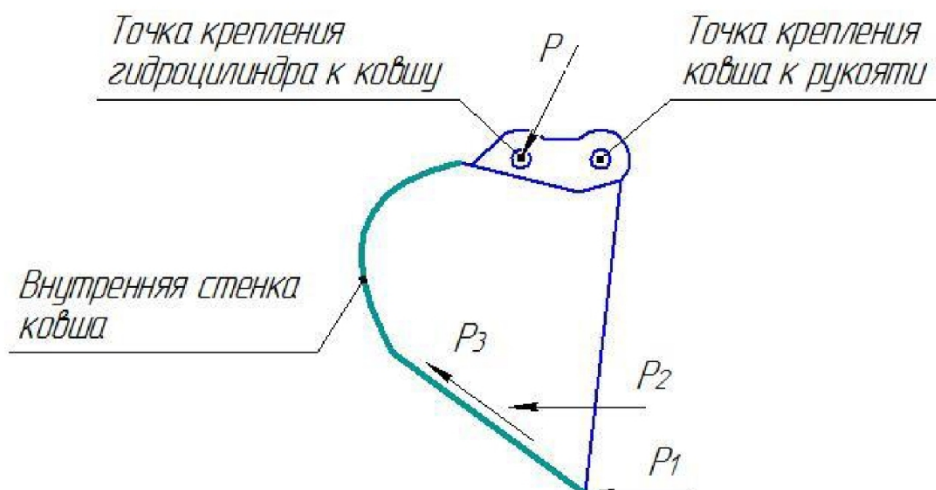


Рис. 2. Виды давлений действующие на ковш в процессе копания
Fig. 2. Types of pressure acting on the bucket in the process of digging

В статье представлен один из способов повышения производительности одноковшовых гидравлических экскаваторов.

Производительность одноковшовых гидравлических экскаваторов зависит от объема зачерпываемого материала за один цикл работы. Как правило вместимость ковша экскаватора зависит от мощности оборудования которое на нем установлено. Более мощное оборудование гидропривода и соответственно больше потребляемой энергии от двигателя позволяют устанавливать ковши большей вместимости. Снижение потребляемой энергии при копании и мощности рабочего оборудования гидропривода ограничивает вместимость ковшей. Это связано с видами давления которые оказывает грунт на ковш в процессе копания. Виды давления действующие на ковш в процессе копания представлены на рис. 2 [4].

На рис. 2 представлены следующие виды давлений действующие на ковш: P – давление

создаваемое гидроцилиндром поворота ковша; P_1 – давление материала на режущей части ковша; P_2 – давление материала на внутренней стенке ковша; P_3 – давление вследствие силы трения материала по металлу.

Снижение давлений сопротивления копанию позволило бы увеличить вместимость ковша экскаватора без изменения мощности гидропривода. Этого можно добиться путем изменения направлений давлений действующих на ковш что позволяет уменьшить требуемое усилие при копании. Чтобы решить данную задачу проводится изменение формы, материала, процесса производства, количества, типов креплений конструктивных элементов оборудования и т.д. Для начала рассмотрим какое из давлений согласно рис. 2 оказывает наибольшее которую оно воздействует а также от силы сопротивления его приложения. Так как сила сопротивления зависит от ускорения поворота ковша и массы

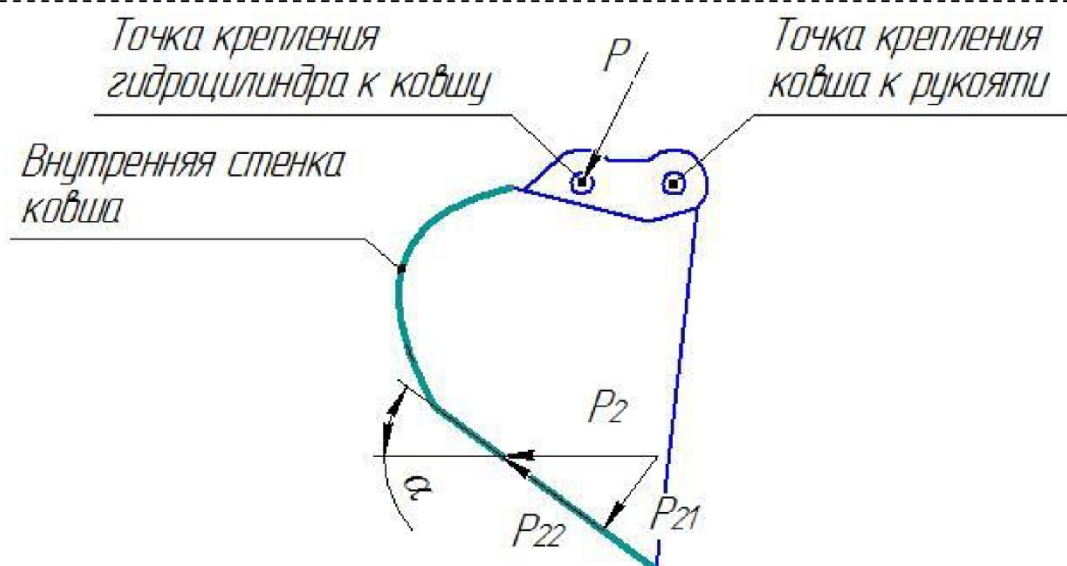


Рис. 3. Воздействие давления грунта P_2 на ковш в процессе копания
 Fig. 3. Impact of P_2 soil pressure on the bucket during the digging process

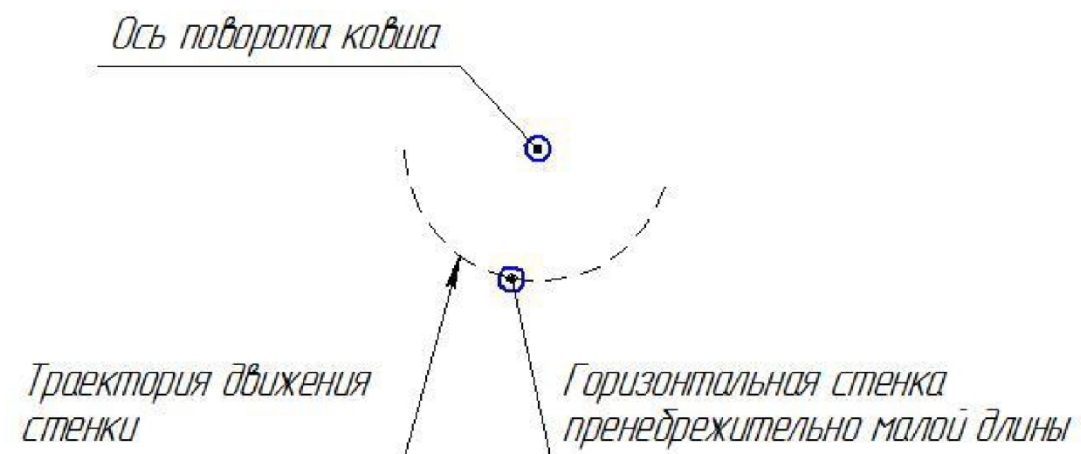


Рис. 4. Траектория перемещения стенки относительно оси поворота ковша
 Fig. 4. The trajectory of the wall relative to the axis of the bucket swing

воздействие на ковш. Давление зависит от площади на зачерпываемого грунта, следовательно она постоянна на всей поверхности внутренней стенки. Именно на внутреннюю стенку оказывается сопротивление копанью. Таким образом величина давления будет зависеть от площади поверхности на которую оно воздействует. Давление P_1 на режущей части незначительно так как мала площадь. Давление P_3 вызванное силой трения материала по металлу также незначительно по сравнению с давлением P_2 которое приложено к наибольшей площади ковша а именно его внутренней стенке. Следовательно основное воздействие ограничивающее производительность – это давление P_2 . Его снижение позволит увеличить вместимость ковша без изменения мощности гидропривода.

Снижение давления P_2 возможно путем изменения его направления и площади воздействия, что достигается конструктивными изменениями. Для этого сначала более подробно рассмотрим давление

P_2 оказываемое материалом и его воздействие на ковш в процессе копания рис. 3 [5].

Поворот ковша осуществляется вокруг точки его крепления к рукояти, при помощи давления P гидроцилиндра поворота ковша. При повороте ковша давление P_2 воздействует на внутреннюю стенку под углом α рис. 3. При этом давление P_2 воздействует частично на ковш, частично на грунт и раскладывается на два вектора давлений P_{21} и P_{22} . Давление P_{21} воздействует на стенку ковша а давление P_{22} перемещает грунт вверх по стенке. Рассмотрев различные участки внутренней стенки и воздействие на них давления P_2 можно сделать вывод о том, что давление в разных участках будет отличаться. Это связано с формой внутренней стенки, а точнее с ее наклоном к горизонтальной поверхности. В зависимости от ее наклона изменяется угол α воздействия давления. Причем чем больше значение угла α , тем большее давление оказывается на ковш со стороны грунта и меньшее давление перемещает грунт по стенке

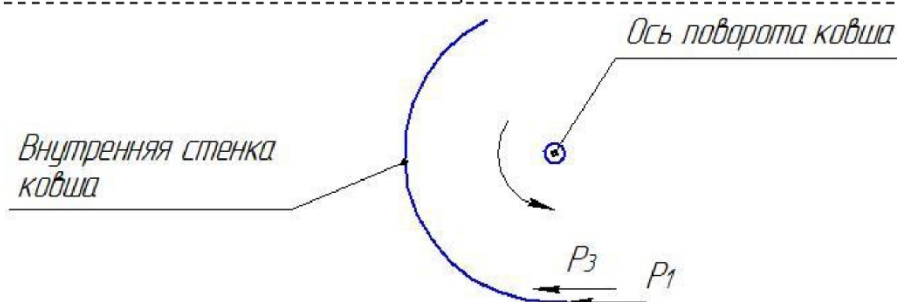


Рис. 5. Измененная внутренняя стенка ковша с действующими на нее давлениями
Fig. 5. Modified bucket inner wall with pressures acting on it

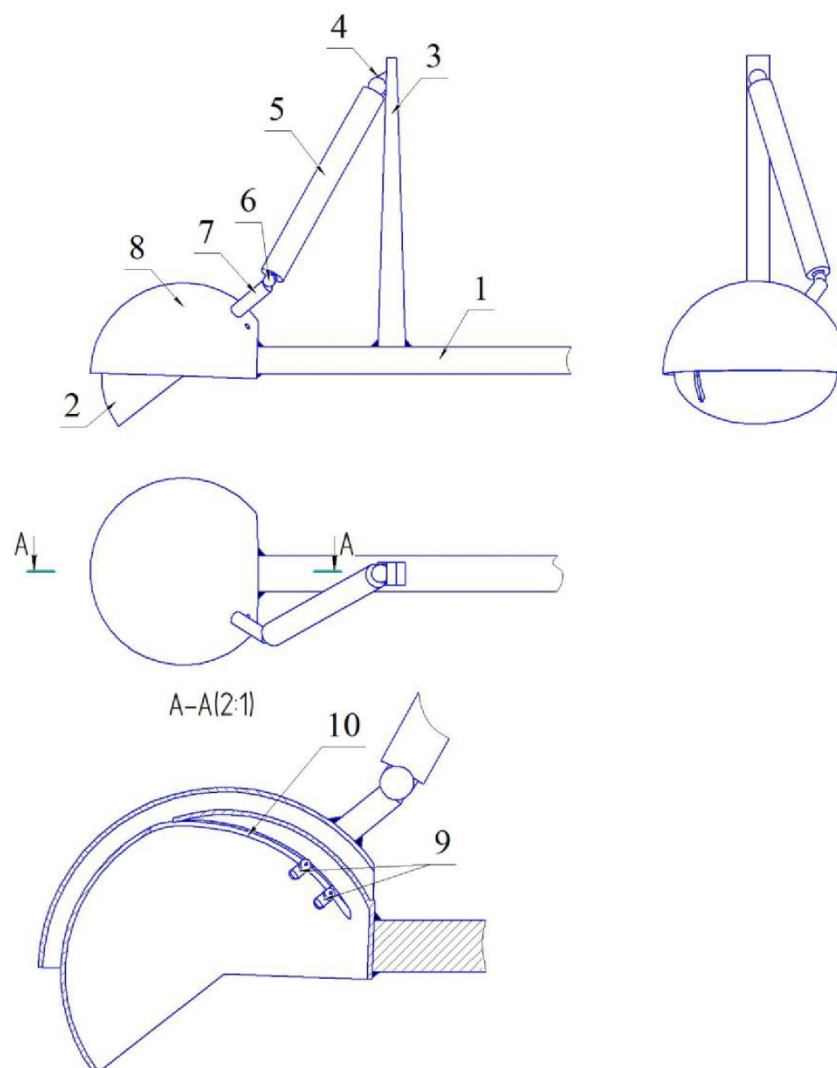


Рис. 6. Ковш экскаватора сферический
Fig. 6. Spherical excavator bucket

ковша. Давление противоположное перемещению грунта по стенке вызванное силой тяжести материала не рассматривается, так как оно не оказывает сопротивления на ковш. Следовательно необходимо стремиться к меньшим значениям угла α , по возможности к его отсутствию. Отсутствие угла α возможно при горизонтальном расположении внутренней стенки при различных углах поворота ковша. Приняв горизонтальную стенку пренебрежительно малой длины в виде точки рассмотрим траекторию ее движения относительно оси поворота ковша рис. 4.

Траектория перемещения стенки представленная на рис. 4 имеет форму окружности с центром совпадающим с осью поворота ковша. Данная траектория может быть соблюдена при условии если форма стенки с ней совпадает. Таким образом внутренняя стенка в сечении в виде дуги и виды давлений действующие на нее будут выглядеть следующим образом рис. 5.

Форма и траектория перемещения внутренней стенки ковша представленные на рис. 5 позволяют существенно сократить давление сопротивления

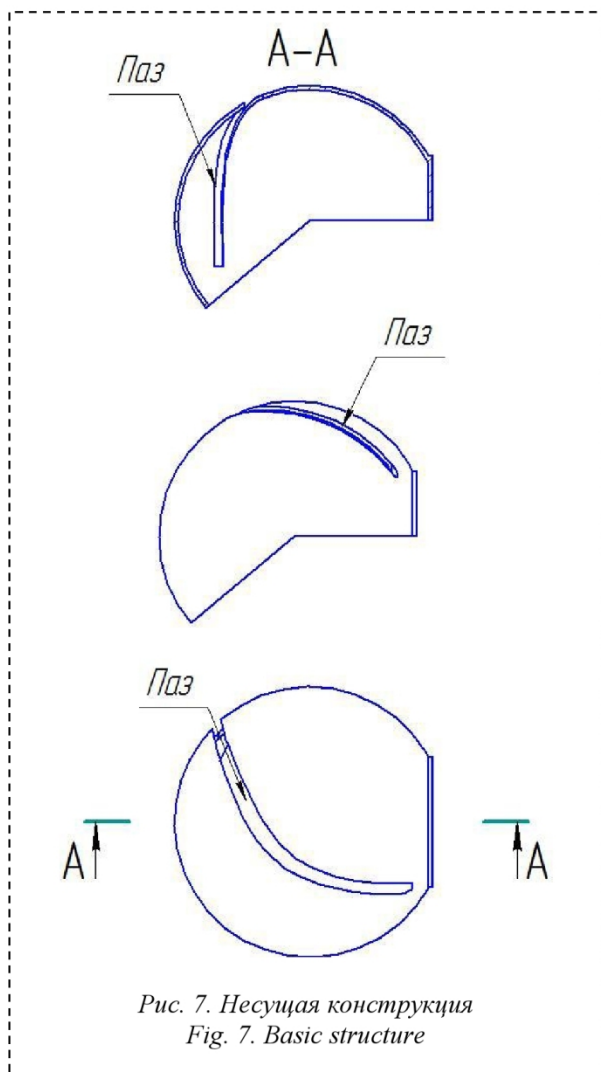


Рис. 7. Несущая конструкция
Fig. 7. Basic structure

копанию ограниченное давлениями P_1 и P_3 . Это позволит увеличить площадь а значит вместимость ковша при прежних характеристиках гидропривода.

В патентах на изобретение РФ [6] и [7] описаны конструкции грузозахватных органов в которых обеспечивается форма и траектория движения стенки. В патенте на изобретение РФ [7] описана конструкция рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора под названием «Ковш экскаватора сферический» рис. 6.

Согласно рис. 6 в конструкцию оборудования «Ковш экскаватора сферический» входит: рукоять 1, несущая конструкция 2, кронштейн 3, шаровые шарниры 4 и 6, телескопический гидроцилиндр 5, рычаг 7, челюсть 8, пальцы 9, пазы 10.

Принцип работы оборудования заключается в следующем: поворотом рукояти 1 ковш опускается на материал. В этот момент телескопический гидроцилиндр 5 задвинут. Далее шток телескопического гидроцилиндра 5 выдвигается, а сам гидроцилиндр поворачивается посредством шарового шарнира 4 соединенного с кронштейном 3. В этот момент телескопический гидроцилиндр 5 через шток оказывает давление на шаровой шарнир 6 закрепленный на рычаге 7 и на штоке телескопического гидроцилиндра 5. Телескопический гидроцилиндр 5 передает усилие на рычаг 7 закрепленный на челюсти 8. Под воздействием этого усилия челюсть 8

посредством закрепленных на ней пальцев 9 начинает перемещение по пазам 10 в несущей конструкции 2. Функцию внутренней стенки описанной на рис. 5 в изобретении выполняет челюсть 8. Ось поворота челюсти служит центр несущей конструкции 2 имеющей сферическую форму. Разгрузка ковша проводится в противоположной последовательности. Конструкция оборудования, представленная в изобретении, обеспечивает форму и траекторию перемещения стенки ковша представленные на рис. 5, что позволяет увеличить вместимость ковшей при прежних характеристиках гидропривода. Увеличенная вместимость ковша позволит увеличить производительность одноковшовых гидравлических экскаваторов.

Рассмотрим основные конструктивные элементы рабочего оборудования «Ковш экскаватора сферический». Несущая конструкция 2 представлена на рис. 7.

Челюсть ковша 8 представлена на рис. 8.

Палец 9 представлен на рис. 9.

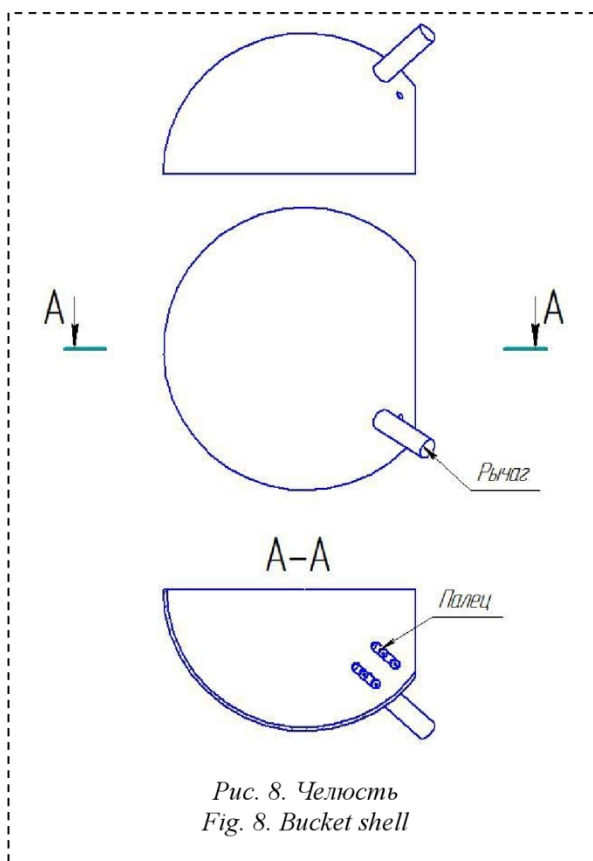


Рис. 8. Челюсть
Fig. 8. Bucket shell

Представленная в изобретении [7] конструкция рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора позволяет сократить давление на ковш вызванное сопротивлением грунта в процессе копания. Это позволит увеличить площадь поверхности контакта ковша с грунтом, как следствие его габаритные размеры и вместимость. Производительность одноковшового гидравлического экскаватора напрямую зависит от объема материала зачерпываемого за один цикл работы. Таким образом может быть увеличена производительность одноковшовых гидравлических экскаваторов и сокращены затраты на строительство инженерных сооружений.

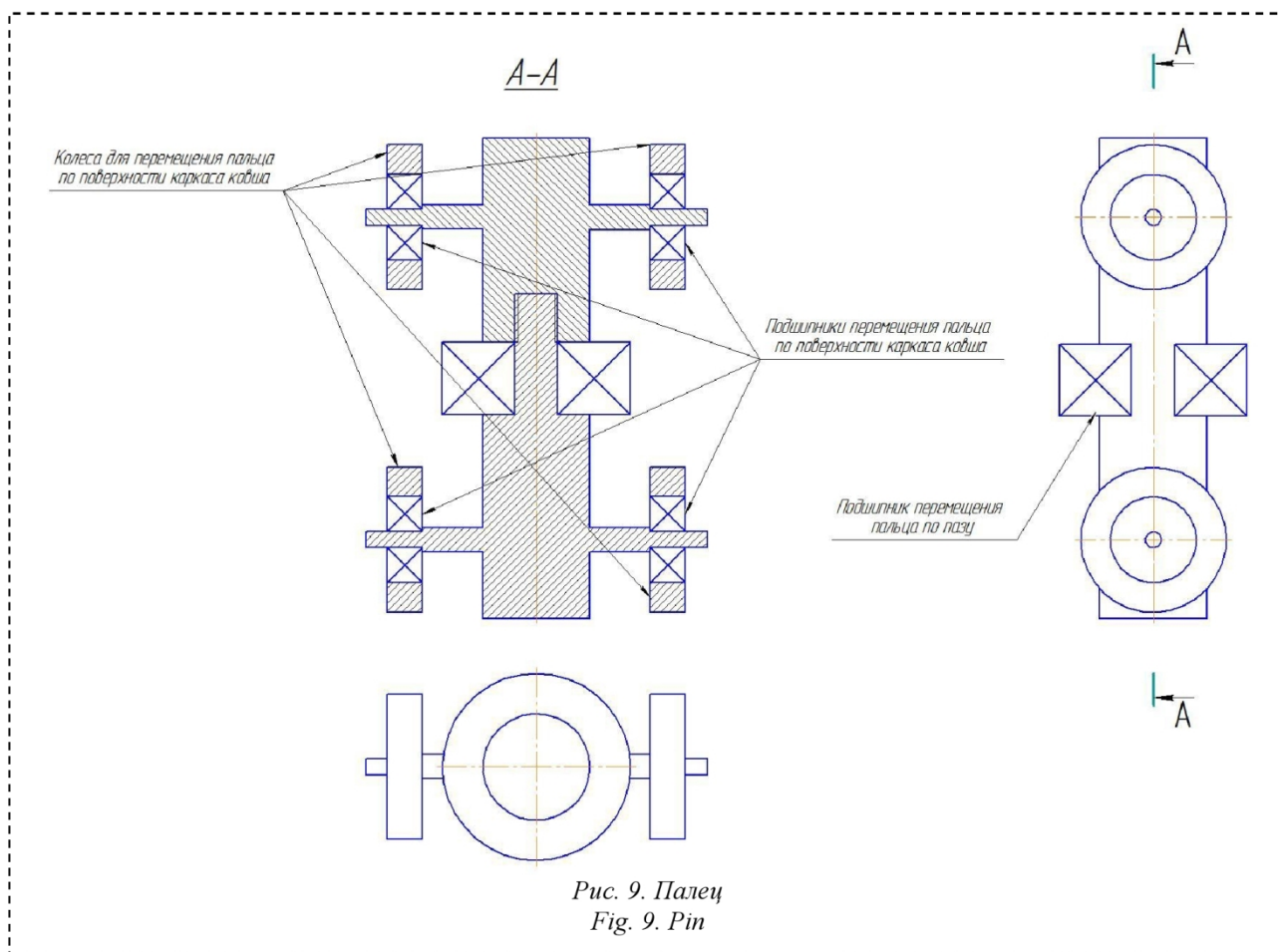


Рис. 9. Палец
Fig. 9. Pin

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева, Т. В. Гидравлические машины и гидропривод мобильных машин /Алексеева Т.В., Галдин Н.С., Шерман Э.Б. – Новосибирск : Изд-во ун-та, 1994. – 212 с.
2. Артемьев, К. А. Теория резания грунтов землеройными машинами / К. А. Артемьев. - НИСИ, Сибирский автомобильно-дорожный институт им. В. В. Куйбышева. – Новосибирск: НИСИ, 1978. – 104 с.
3. Федоров, Д. И. Рабочие органы землеройных машин. – М.: Машиностроение, 1990 – 360 с.
4. Щербаков, В. С. Научные основы повышения точности работ, выполняемых землеройно-транспортными машинами: дис. ... д-ра техн. наук:

05.05.04/ Щербаков Виталий Сергеевич. – Омск: СибАДИ, 2000. – 416с.

5. Демиденко, А. И. Экспериментальные исследования процесса резания грунта скребками траншейного цепного экскаватора/ Демиденко А.И., Летопольский А.Б., Семкин Д.С., Потеряев И.К.// Известия Тульского государственного университета. – 2016. – №3. – С. 256-263.
6. Патент 2469947 РФ, МПК В66С 3/16. Грейфер сферический / Бурый Г.Г.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)».
7. Патент 2656286 РФ, МПК E02F 3/28. Ковш экскаватора сферический / Бурый Г.Г.; заявитель и патентообладатель Бурый Г.Г.

Gregory G. Buryy¹, C.Sc. (Engineering), Associate Professor, **Ilya K. Poteryaev**¹, C.Sc. (Engineering), Associate Professor, **Stanislav B. Skobelew**², C.Sc. (Engineering), Associate Professor, **Valeriy F. Kovalevskiy**², C.Sc. (Engineering), Associate Professor

Perm national research Polytechnic University, Komsomolsky Avenue, 29, Perm, 614000, Russian Federation

SPHERICAL BUCKET OF EXCAVATOR

Abstract: The article presents the design of the backhoe implement. The relevance of construction in the field of economic development is given. The article shows ways to reduce construction costs. One of the ways to reduce construction costs is to increase the performance of construction machines, in particular hydraulic backhoes. The methods for

increasing the productivity of hydraulic backhoes are given. The design of the existing implement of the backhoe is considered and the pressure on the bucket arising during the digging process is analyzed. The study presents the ways to reduce the resistance pressure to digging on the excavator bucket. One way to reduce the resistance pressures to digging arising on the excavator bucket is to change the shape of the structural elements of the bucket and the trajectory of their movement. The shape and the trajectory of the inner wall of the bucket are given to reduce the resistance pressure to digging. The design is proposed and the principle of a hydraulic backhoe operation that experiences less resistance when digging is described. The study shows due to which improvements the performance of hydraulic backhoes having a new design bucket is increased.

Keywords: excavator, bucket, pressure, soil, digging, resistance, performance, design, construction.

Article info: received November 19, 2018

DOI: 10.26730/1816-4528-2018-5-35-41

REFERENCES

1. Alekseeva, T. V. Gidravlicheskie mashiny i gidroprivod mobil'nyh mashin / Alekseeva T.V., Galdin N.S., SHerman E.H.B. – Novosibirsk : Izd-vo un-ta, 1994. – 212 s.
2. Artem'ev, K. A. Teoriya rezaniya gruntov zemlerojnymi mashinami / K. A. Ar-tem'ev. - NISI, Sibirskij avtomobil'no-dorozhnyj institut im. V. V. Kujbysheva. – Novosibirsk: NISI, 1978. – 104 s.
3. Fedorov, D. I. Rabochie organy zemlerojnyh mashin. – M.: Mashinostroenie, 1990 – 360 s.
4. SHCHerbakov, V. S. Nauchnye osnovy povysheniya tochnosti rabot, vypolnyaemyh zemlerojno-transportnymi mashinami: dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.05.04/ SHCHerbakov Vitalij Sergeevich. – Omsk: SibADI, 2000. – 416s.

5. Demidenko, A. I. EHksperimental'nye issledovaniya processa rezaniya grunta skrebkami transhejnogo cepnogo ehkskavatora/ Demidenko A.I., Letopol'skij A.B., Semkin D.S., Poteryaev I.K.// Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. – 2016. – №3. – S. 256-263.
6. Patent 2469947 RF, MPK V66S 3/16. Grejfer sfericheskij / Buryj G.G.; za-yavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya «Sibirskaya gosudarstvennaya avtomobil'no-dorozhnaya akademiya (SibADI)».
7. Patent 2656286 RF, MPK E02F 3/28. Kovsh ehkskavatora sfericheskij / Buryj G.G.; zayavitel' i patentoobladatel' Buryj G.G.

Библиографическое описание статьи

Бурый Г.Г., Потеряев И.К., Скобелев С.Б., Ковалевский В.Ф. Ковш экскаватора сферический // Горное оборудование и электромеханика — 2018. — № 5 (139). — С. 35-41.

Reference to article

Buryy G.G., Poteryaev I.K., Skobelew S.B., Kovalevskiy V.F. Spherical bucket of excavator. Mining Equipment and Electromechanics, 2018, no. 5 (139), pp. 35-41.