

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА / TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.132.48>

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОДУЛЬНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ НА МАЛООБЪЕМНЫХ РАБОТАХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И ОБЪЕКТОВ КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Научная статья

Токар Н.И.^{1,*}, Левкович Т.И.², Мевлидинов З.А.³, Ласман И.А.⁴

¹ ORCID : 0000-0002-8263-6111;

² ORCID : 0000-0002-8372-8114;

³ ORCID : 0000-0002-7071-8339;

⁴ ORCID : 0000-0003-2865-7496;

^{1, 2, 3, 4} Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (nikolay_tokar[at]mail.ru)

Аннотация

С целью обеспечения высокой производительности, ресурсосбережения, высокого качества строительства автодорог, мостов, придорожной инфраструктуры, проведения работ по благоустройству, в том числе на рассредоточенных объектах с небольшими объемами работ, необходимо применять самые эффективные методы организации производственной деятельности.

Основными направлениями технической политики в области повышения эффективности производства малообъемных работ при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог и объектов коммунального хозяйства являются: комплексная механизация трудоемких процессов с максимальным применением автоматизированной техники, в том числе универсальных экскаваторов модульного типа. С целью совершенствования организации использования экскаваторов в статье предлагается к применению новое рабочее оборудование универсального экскаватора модульного типа, в котором на задней части рамы пневмоколёсного трактора установлена планетарно-зубчатая поворотная колонна с гидромотором и фиксатором, на которой шарнирно укреплен стрела с тягой и телескопическая рукоять с гидроцилиндром управления стрелой и гидроцилиндром управления поворотом телескопической рукояти, а на телескопической рукояти с помощью муфто-шлицевого соединения укреплены цилиндр с гидромотором вращения съёмного рабочего органа, а съёмные рабочие органы в виде грейферного ковша, экскаваторного ковша и грунтосмесительной фрезы управляются с помощью гидроцилиндров поворота съёмным рабочим органом.

Предложенное направление повышения универсальности рабочего оборудования экскаватора позволит усовершенствовать организацию производства малообъемных работ нулевого цикла при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог и объектов коммунального хозяйства с упором на инновационный характер развития.

Ключевые слова: рабочее оборудование универсального модульного экскаватора, малообъемные работы при строительстве автомобильных дорог и объектов коммунального хозяйства, организация использования экскаваторов, универсальность, технологичность, производительность, преимущества.

IMPROVING THE USE OF UNIVERSAL MODULAR EXCAVATORS IN SMALL-SCALE CONSTRUCTION AND MAINTENANCE WORK ON HIGHWAYS AND PUBLIC UTILITIES

Research article

Tokar N.I.^{1,*}, Levkovich T.I.², Mevlidinov Z.A.³, Lasman I.A.⁴

¹ ORCID : 0000-0002-8263-6111;

² ORCID : 0000-0002-8372-8114;

³ ORCID : 0000-0002-7071-8339;

⁴ ORCID : 0000-0003-2865-7496;

^{1, 2, 3, 4} Bryansk State University of Engineering and Technology, Bryansk, Russian Federation

* Corresponding author (nikolay_tokar[at]mail.ru)

Abstract

In order to ensure high productivity, resource efficiency, high-quality construction of highways, bridges, roadside infrastructure, landscaping, including at scattered facilities with small amounts of work, it is necessary to apply the most effective methods of organizing production activities.

The main directions of the technical policy in the field of increasing the low-scale work efficiency in the construction and operation of highways and public utilities are as follows: complex mechanization of labor-intensive processes with maximum use of automated equipment, including universal modular excavators. In order to improve the organization of the use of excavators, the article suggests the use of new working equipment of a universal modular excavator, in which a planetary gear rotary column with a hydraulic motor and a lock is installed on the back of the frame of a pneumatic-tyre tractor on which a draft beam and a telescopic handle with a hydraulic cylinder for controlling the beam and a hydraulic cylinder for controlling the rotation of the telescopic handle, and a cylinder with a hydraulic motor of rotation of a removable working body are fixed

on the telescopic handle with the help of a sline joint, and removable working bodies in the form of a bucket grab, an excavator bucket and a ground-batching mill are controlled by means of hydraulic cylinders of rotation by a removable working body.

The proposed direction of increasing the flexibility of the excavator's working equipment will allow to improve the organization of production of low-scale zero cycle works during the construction and operation of highways and public utilities with the focus on the innovative nature of development.

Keywords: universal modular excavator work equipment, small-scale works in road and utility construction, organization of excavator use, versatility, adaptability, productivity, advantages.

Введение

В настоящее время имеется проблема недостаточной технической оснащённости дорожно-строительных предприятий универсальными экскаваторами модульного типа, что напрямую влияет на показатели производственной деятельности, качество и другие показатели, характеризующие эффективность производства работ.

Поэтому важно предприятиям дорожно-строительного комплекса увеличить долю универсальных экскаваторов модульного типа с применением самых эффективных методов организации производственной деятельности, обеспечивая высокую производительность, ресурсосбережение. Это обеспечит высокое качество строительства автодорог, мостов, придорожной инфраструктуры, проведения работ по благоустройству, в том числе на рассредоточенных объектах с небольшими объемами работ.

Кроме того, необходимость совершенствования организации использования экскаваторов при производстве малообъёмных работ при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог и объектов коммунального хозяйства обусловлена тем, что их организационно-технологические процессы имеют не только сложную структуру и связи, но и подвержены постоянным изменениям и развитию под действием внешних факторов и воздействий, изменению технологии производства работ при совершенствовании конструкций машин.

Системотехническая связь процесса характеризуется тем, что технология и организация рассматривается как взаимообусловленные процессы, имеющими место на этапе подготовки (проектирование работ) и производства работ (копание, транспортировка, укладка грунта, монтаж грузов и др.). Поэтому система производства работ должна рассматриваться как организационно-технологическая, а взаимосвязь процессов и параметров в ней, как состоящая из 3 уровней, иерархически связанных между собой [1, С. 137].

Методы и принципы исследования

Достижение цели интенсификации процессов производства малообъёмных работ при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог и объектов коммунального хозяйства экскаваторами в рамках данной системы осложнено большим объемом информационного материала, многовариантностью решений, многоэтапностью, вероятным характером исходных данных, необходимостью многократного и быстрого принятия решения в условиях изменяющейся обстановки и многофакторного количественного анализа взаимосвязей производства [11, С. 51].

Для преодоления этой сложности и получения максимальной эффективности от интенсификации исследования используется теория систем с широким применением методов моделирования и оптимизации процессов технологии и организации производства работ на всех уровнях функционирования рассматриваемой системы [12, С. 62].

В их основу положены организационно-технологические и экономико-математические методы моделирования, которые получили в последнее время широкое признание как наиболее эффективные в решении подобного рода задач [2, С. 48].

В соответствии с основными рекомендациями, моделирование и оптимизация производства малообъёмных работ универсальными модульными экскаваторами должно быть основано прежде всего на формализации описания их процессов с использованием организационно-технологической модели. В ней предусматривается описание перечня дорожно-строительных работ, порядок их выполнения и характер взаимосвязи между работами, отражающих специфику технологии строительства, строительные нормы и правила, рациональное использование ресурсов.

В настоящее время разработаны различные модели технологических процессов, каждая из которых описывает определенные организационно-технологические схемы производства. Наиболее широкое применение в практике планирования строительного производства нашли детерминированные организационно-технологические модели, в которых не учитывается вероятностный характер производства. К ним относятся линейные графики (графики Ганта), которые применяются для изображения протекания производственных процессов во времени, линейные организационно-технологические модели, отличающиеся тем, что сроки окончания и начала работ могут колебаться в допустимых пределах, циклограммы, которые описывают взаимосвязь и взаимовлияние работ по технологическим и организационным требованиям, сетевые модели, в которых взаимосвязь между работами находит более реальное отражение. Однако все эти модели часто не позволяют получать с помощью ПЭВМ качественные технологические и организационно-возможные планы для универсальных модульных машин [9, С. 33].

Большинство моделей организации работы многофункциональных машин в настоящее время имеют «временной» характер – в качестве основной характеристики работ принята их продолжительность [3, С. 56].

Идея многофункциональности машин не нова, но в данной статье приводится её исполнение отличное от известной в применении к универсальным модульным экскаваторам. Реализация идеи многофункциональности техники напрямую связана с повышением уровня гибкости и технологичности строительной техники. По данным исследований такая техника снижает стоимость производства работ от 18% до 30% [8, С. 81]. Такую технику сейчас принято называть многофункциональной, но в данном случае речь идет о перспективах создания универсальных модульных экскаваторов с расширенными технологическими возможностями. Многофункциональная техника модульного типа снижает трудоемкость на доставку и переустановку сменных рабочих органов, исключает необходимость привлечения дополнительной техники и подсобного персонала для этого [10, С. 72]. Хотя это не мешает установке на машине и сменного навесного рабочего оборудования.



Рисунок 1 - Пример оснащения рабочим оборудованием многофункциональной техники модульного типа
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.132.48.1>

Примечание: рисунок взят из монографии, выполненной авторами [4, С. 108]

Это даст возможность даже финансово слабым предприятиям содержать компактный парк современной дорожно-строительной техники поскольку одна машина будет заменять от 2 до 5 машин. Такой подход приведет к значительному удорожанию самой машины, но которое компенсируется снижением расходов на содержание, ремонт и эксплуатацию за счет сокращения численности экипажа (зарботная плата), топливо-смазочных материалов, расходов на перебазировку машин и др.

Основные результаты

Исследования, проводимые в Брянском Государственном инженерно-технологическом университете в течение ряда лет на базе мониторинга структуры, состава и стоимости парков машин брянских предприятий дорожно-строительного комплекса, технического и морального износа дорожно-строительных машин и оборудования, коэффициента использования и годовой загрузки, а также оценки уровня механовооруженности технологических процессов с учетом узкой производственной специализации, позволили подойти к идее компактного парка [5, С. 82]. Приведённая ниже конструкция универсального модульного экскаватора может помочь в решении рассматриваемой проблемы.

В практике производства малообъёмных работ на рассредоточенных объектах дорожно-строительного комплекса и объектов жилищно-коммунального хозяйства, как показал анализ, очень редко приходится сталкиваться с грузами весом более 4 тонн, что позволяет сделать вывод о целесообразности постепенной замены автокранов грузоподъемностью 6 тонн и более на другие погрузочно-разгрузочные машины, например на экскаватор-погрузчики с различными съёмными захватами и оборудованием манипуляторного типа.

Целью выполняемой работы являлось совершенствование конструкции и организации использования универсальных модульных экскаваторов на малообъёмных работах в дорожно-строительном комплексе и на объектах жилищно-коммунального хозяйства.

Исходя из цели, была определена задача повысить универсальность рабочего оборудования универсального модульного экскаватора за счёт объединения в одном устройстве возможностей экскаватора, работающего по типу «прямой лопаты» с возможностями экскаватора, работающего по типу «обратной лопаты» с добавлением функции по перевозке малоразмерных грузов при сохранении возможности выполнения погрузочно-разгрузочных работ.

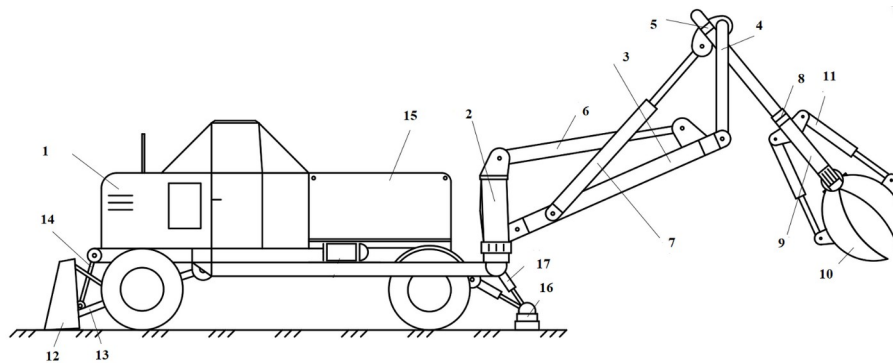
В результате был получен технический результат – повышение эффективности производства малообъёмных рассредоточенных работ при строительстве малых инженерных сооружений, смещении и разравнивании материалов на местности, обустройстве и эксплуатации автомобильных дорог и объектов коммунального хозяйства. Повышение эффективности производства возможно за счёт появления в конструкции бортового кузова и возможности регулирования положения ковша по типу «прямая лопата» и «обратная лопата» из кабины оператора с возможностью установки грунтосмесительной фрезы.

Это достигается тем, что на задней части рамы пневмоколёсного трактора установлена планетарно-зубчатая поворотная колонна с гидромотором и фиксатором, на которой шарнирно укреплен стрела с тягой и телескопическая рукоять с гидроцилиндром управления стрелой и гидроцилиндром управления поворотом телескопической рукояти, на телескопической рукояти с помощью муфто-шлицевого соединения укреплены цилиндр с гидромотором вращения съёмного рабочего органа, а съёмные рабочие органы в виде грейферного ковша, экскаваторного ковша и грунтосмесительной фрезы управляются с помощью гидроцилиндров поворота съёмным рабочим органом. Кроме того, в передней части на раме экскаватора размещено бульдозерное оборудование, состоящее из бульдозерного отвала, толкающих брусев и гидроцилиндров управления бульдозерным оборудованием, которое служит для разравнивания грунта и в качестве переднего упора, а в задней части на раме укреплен бортовой кузов для размещения экскаваторного рабочего оборудования и малоразмерных грузов во время транспортировки, а также опорный домкраты, управляемые с помощью гидроцилиндров управления опорными домкратами.

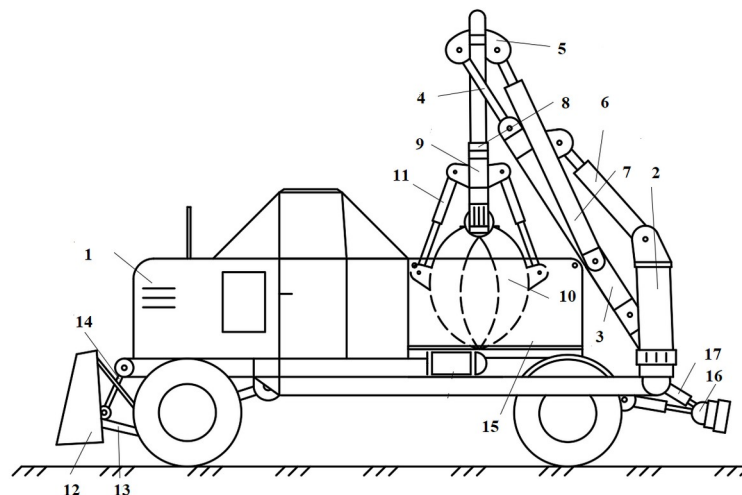
В результате повышается эффективность производства малообъемных рассредоточенных работ так как универсальный модульный экскаватор позволит производить следующие процессы: захват грузов с горизонтальных и наклонных поверхностях и их погрузку и монтаж, а также разработку сыпучих материалов с помощью челюстей грейферного ковша, разработку грунта с помощью экскаваторного ковша в положении «прямая лопата» и «обратная лопата», разравнивание объектов работ бульдозерным отвалом, транспортировку малоразмерных грузов на большие расстояния.

Сущность конструкции поясняется схемами. На рисунке 2а изображено рабочее оборудование универсального модульного экскаватора (вид сбоку) в рабочем состоянии, на рисунке 2б – то же, в транспортном положении, а на рисунке 3а показан вид экскаваторного ковша, на рисунке 3б – вид грунтосмесительной фрезы. Экскаваторный ковш и грунтосмесительная фреза могут подсоединяться вместо грейферного ковша для выполнения соответственно экскаваторных и грунтосмесительных работ.

Универсальный модульный экскаватор, состоящий из пневмоколёсного трактора 1, в задней части рамы которого установлена планетарно-зубчатая поворотная колонна 2 с гидромотором и фиксатором, на которой шарнирно укреплен стрела 3 с тягой 4 и телескопическая рукоять 5 с гидроцилиндром управления стрелой 6 и гидроцилиндром управления поворотом телескопической рукояти 7, а на телескопической рукояти 5 с помощью муфто-шлицевого соединения 8 укреплен цилиндр с гидромотором вращения рабочего органа 9. Съёмный рабочий орган (на рисунке 2 – грейферный ковш) 10 управляется с помощью гидроцилиндров поворота съёмным рабочим органом 11. Кроме того, в передней части на раме пневмоколёсного трактора 1 размещено бульдозерное оборудование, состоящее из бульдозерного отвала 12, толкающих брусьев 13 и гидроцилиндров управления бульдозерным оборудованием 14, которое служит для разравнивания грунта и в качестве переднего упора, а в задней части на раме укреплен бортовой кузов 15 для размещения экскаваторного рабочего оборудования и малоразмерных грузов во время транспортировки, а также опорные домкраты 16, управляемые с помощью гидроцилиндров управления опорными домкратами 17.

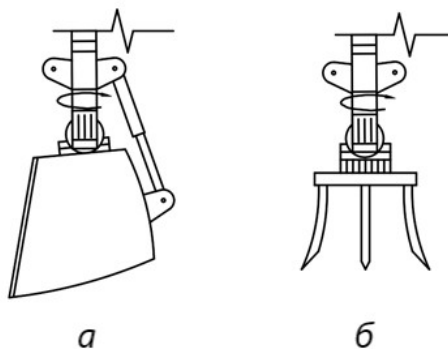


а



б

Рисунок 2 - Рабочее оборудование универсального модульного экскаватора:
 а – вид сбоку в рабочем состоянии; б – вид сбоку в транспортном состоянии; 1 – пневмоколёсный трактор; 2 – планетарно-зубчатая поворотная колонна; 3 – стрела; 4 – тяга; 5 – телескопическая рукоять; 6 – гидроцилиндр управления стрелой; 7 – гидроцилиндр управления поворотом телескопической рукояти; 8 – муфто-шлицевое соединение; 9 – цилиндр с гидромотором вращения рабочего органа; 10 – съёмный рабочий орган (грейферный ковш); 11 – гидроцилиндр поворота съёмного рабочего органа; 12 – бульдозерный отвал; 13 – толкающие брусья; 14 – гидроцилиндр управления бульдозерным оборудованием; 15 – бортовой кузов; 16 – опорные домкраты; 17 – гидроцилиндр управления опорными домкратами
 DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.132.48.2>



а

б

Рисунок 3 - Схемы дополнительных съёмных рабочих органов:
 а - экскаваторный ковш; б - грунтосмесительная фреза
 DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.132.48.3>

Действие рабочего оборудования состоит в следующем. В процессе работы, планетарно-зубчатая поворотная колонна 2 с гидромотором и фиксатором поворачивается к месту производства работ с помощью стрелы 3, тяги 4,

телескопической рукояти 5, гидроцилиндром управления стрелой 6 и гидроцилиндром управления поворотом телескопической рукояти 7, корректируется положение цилиндра с гидромотором вращения рабочего органа 9 над объектом производства работ. Далее с помощью гидроцилиндров поворота съёмных рабочих органов 11 происходит захват и укладка груза с помощью выше перечисленных элементов рабочего оборудования и съёмного рабочего органа 10 (грейферного ковша) или копание грунта с помощью экскаваторного ковша (рисунок 3а), положение которого по типу «прямая лопата» или «обратная лопата» регулируется вращением гидромотора вращения рабочего органа, установленного в цилиндре 9 (рисунок 2). С помощью этого же гидромотора вращается другой съёмный рабочий орган – грунтосмесительная фреза, которая используется для смешивания грунтов с улучшающими их характеристики добавками (рисунок 3б). Упорами при копании грунта и работе со штучными грузами служат передний упор в виде бульдозерного отвала 12 и задние опорные домкраты 16. После завершения производства работ происходит поворот планетарно-зубчатой поворотной колонны 2 с гидромотором и фиксатором к кузову 15 с укладкой рабочего оборудования экскаватора в бортовой кузов 15 с помощью стрелы 3, тяги 4, телескопической рукояти 5 гидроцилиндров управления стрелой 6 и гидроцилиндров управления поворотом телескопической рукояти 7 (рисунок 2б). Кроме того, с помощью бульдозерного оборудования, состоящего из бульдозерного отвала 12, толкающих брусьев 13, управляемого гидроцилиндром 14 происходит процесс копания грунта, засыпки траншей и котлованов. При этом бульдозерный отвал 12, укрепленный на толкающих брусьях 13 с помощью гидроцилиндра управления 14, опускается к месту производства работ, где работает с грунтом или как передний упор (рисунок 2а). После выполнения работ бульдозерный отвал 12, укрепленный на толкающих брусьях 13 с помощью гидроцилиндра управления 14 поднимается в транспортное положение (рисунок 2б).

Принципиальное отличие разработанного нами универсального модульного экскаватора состоит в том, что с помощью планетарно-зубчатой поворотной колонны 2 с гидромотором и фиксатором имеется возможность перевозить рабочее оборудование и малоразмерные грузы в бортовом кузове 15, минимизируя грузовые моменты. Кроме того, благодаря цилиндру с гидромотором вращения рабочего оборудования, устанавливаемого с помощью муфто-шлицевого соединения 8 на телескопическую рукоять 5, появляется возможность вращать грунтосмесительную фрезу, а также переводить экскаваторный ковш в положения «прямая лопата» и «обратная лопата». Это обеспечивает высокую универсальность и технологичность универсального модульного экскаватора на пневмоколёсном тракторе с бортовым кузовом.

Захват длинномерных предметов с помощью челюстей грейферного ковша с грузозахватными зубьями (бревен, труб и др.), экскаваторные работы осуществляется с использованием переднего упора в виде бульдозерного отвала 12 и задних упоров в виде опорных домкратов 16.

Эффективность эксплуатации универсального модульного экскаватора обеспечивается получением возможности захвата грузов с помощью управляемых челюстных захватов, использования грунтосмесительной фрезы, а также ковшей «с прямой и обратной лопатой», регулирование положения которых достигается простым поворотом поворотного цилиндра, без переустановки ковшей.

Предлагаемое рабочее оборудование является многоцелевым оборудованием и обеспечивает выполнение экскаваторных, погрузочно-разгрузочных, грунтосмесительных работ и работ по разравниванию грунтов, засыпке траншей и котлованов.

В результате проведённых исследований установлено, что длина муфто-шлицевого соединения с гидромотором примерно равна длине гидроцилиндра-рукояти.

Увеличение универсальности, позволяет говорить об улучшении конструктивно-технологических возможностей предлагаемой конструкции.

Заключение

Одним из важных факторов повышения эффективности хозяйственной деятельности предприятий дорожно-строительного комплекса и организаций жилищно-коммунального хозяйства является снижение производственных издержек [6, С. 71]. С целью снижения производственных издержек в результате проведённых исследований получили, что стоимость эксплуатации отряда машин с ведущей машиной – универсальный модульный экскаватор – меньше стоимости эксплуатации машин с использованием в качестве ведущей машины автокрана. Так при строительстве фундамента – уменьшение на 20%, при строительстве тела водопропускного коллектора – на 22%, при строительстве оголовков – на 8% и в целом при строительстве водопропускного коллектора диаметром 1 метр без укрепительных работ – на 18%.

Кроме того, такой экскаватор, оборудованный соответствующими съёмными рабочими органами позволяет избавиться от применения грунтосмесительной фрезы при укреплении грунтов вяжущими способом смешения на дороге, трудоёмких переустановок ковша для работы по типу «прямая или обратная лопата», а также широкое манипулирование захваченным грузом приближает работу экскаватора к режиму работы робота-манипулятора.

Повышение эффективности на перечисленных выше работах произойдет, прежде всего, за счёт исключения необходимости применения дополнительных машин их перебазировки, уменьшения количества машинистов и издержек на простои.

Поскольку важным условием повышения конкурентоспособности дорожно-строительных организаций и организаций жилищно-коммунального хозяйства является развитие научно-технического прогресса в области технологии и организации производства малообъёмных работ, объёмы которых в годовой производственной программе предприятий значительны, в области организации производства малообъёмных работ на рассредоточенных объектах дорожно-строительного комплекса и организаций жилищно-коммунального хозяйства будут:

– прогнозирование и оптимизация параметров организации работ универсальными модульными экскаваторами как единой системы создания объекта;

- исследование эффективности использования универсальных модульных экскаваторов и определение областей их рационального применения;
- формирование пакета программ организации строительства и объектов, технологии и механизации дорожно-строительных работ с использованием универсальных модульных экскаваторов;
- организационно-технологическое обеспечение деятельности малых и средних организаций, работающих в области дорожно-строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства;
- разработка нормативно-методических документов.

Таким образом, в связи со значительным увеличением доли рассредоточенных малообъёмных работ в общем объёме дорожно-строительного производства и жилищно-коммунального хозяйства, требуется широкое использование универсальных модульных машин с широкой номенклатурой съёмных рабочих органов, в частности разработка новых конструкций универсальных модульных экскаваторов с внесением изменений в организацию их использования, что отражено в настоящей статье.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.132.48.4>

Conflict of Interest

None declared.

Review

International Research Journal Reviewers Community
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.132.48.4>

Список литературы / References

1. Брызгалова Р.М. Формирование парков и комплексов строительных машин на объектах транспортного строительства. / Р.М. Брызгалова // Вестник научных конференций. — 2015. — 9-1. — с. 136–138.
2. Кузнецов С.М. Повышение эффективности применения машин и механизмов в строительстве / С.М. Кузнецов — М.: Директ-Медиа, 2015. — 203 с.
3. Токар Н.И. Модернизация производства дорожно-строительных работ нулевого цикла / Н.И. Токар — С. Петербург: LAP LAMBERT Academic Publishing RU: МС БГИТУ, 2019. — 160 с.
4. Сергеева Н.Д. Научные основы эффективного производства рассредоточенных работ в дорожно-строительном комплексе города Брянска / Н.Д. Сергеева, Н.И. Токар — Брянск: МС БГИТУ, 2020. — 197 с.
5. Сергеева Н.Д. Организационно-технологическое моделирование процессов интенсификации производства малообъёмных строительных работ нулевого цикла / Н.Д. Сергеева, Н.И. Токар — Брянск: МС БГИТУ, 2015. — 208 с.
6. Матвеев А.В. Организационно-технологическое совершенствование малообъёмных работ нулевого цикла / А.В. Матвеев, Н.И. Токар — Брянск: МС БГИТУ, 2016. — 186 с.
7. Левкович Т.И. Научно-организационное обеспечение реализации стратегии инновационного развития производства в дорожно-строительном комплексе с применением автогрейдеров с дополнительным универсальным рабочим оборудованием. / Т.И. Левкович, Н.И. Токар, З.А. Мевлидинов // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». — 2019. — 6(2). — с. 15-28.
8. Левкович Т.И. Применение усовершенствованной многофункциональной дорожно-строительной машины на базе автомобильного шасси при производстве работ малых объёмов. / Т.И. Левкович, Н.И. Токар, З.А. Мевлидинов // Вестник Евразийской науки. — 2020. — 12(4). — с. 1-13.
9. Рабаданов А.Р. Формирование и развитие системы управления инновационными процессами в строительном комплексе / А.Р. Рабаданов. — Махачкала, 2006. — 134 с.
10. Садыков А.С. Организация управления коммунальным хозяйством крупного города / А.С. Садыков — М.: Стройиздат, 2011. — 176 с.
11. Сергеева Н.Д. Научно-техническое обеспечение реализации стратегии модернизации строительной отрасли. / Н.Д. Сергеева, А.А. Матвеев, А.С. Вербицкий и др. // Znanstvenamisel Journal. — 2017. — 5. — с. 47-55.
12. Теличенко В.И. Машины строительного производства / В.И. Теличенко, А.Г. Савельев. — М.: Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. — 156 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bry'zgalova P.M. Formirovanie parkov i komplektov stroitel'ny'x mashin na ob'ektax transportnogo stroitel'stva [Formation of Parks and Sets of Construction Machines at Transport Construction Facilities]. / P.M. Bry'zgalova // Vestnik nauchny'x konferencij [Bulletin of Scientific Conferences]. — 2015. — 9-1. — p. 136–138. [in Russian]
2. Kuznecov S.M. Povy'shenie e'ffektivnosti primeneniya mashin i mexanizmov v stroitel'stve [Improving the Efficiency of the Use of Machines and Mechanisms in Construction] / S.M. Kuznecov — M.: Direkt-Media, 2015. — 203 p. [in Russian]
3. Tokar N.I. Modernizaciya proizvodstva dorozhno-stroitel'ny'x rabot nulevogo cikla [Modernization of Zero-Cycle Road Construction Works] / N.I. Tokar — S. Peterburg: LAP LAMBERT Academic Publishing RU: MS BGITU, 2019. — 160 p. [in Russian]
4. Sergeeva N.D. Nauchny'e osnovy' e'ffektivnogo proizvodstva rassredotochenny'x rabot v dorozhno-stroitel'nom komplekse goroda Bryanska [Scientific Bases of Effective Production of Dispersed Works in the Road Construction Complex of the city of Bryansk] / N.D. Sergeeva, N.I. Tokar — Bryansk: MS BGITU, 2020. — 197 p. [in Russian]

5. Sergeeva N.D. Organizacionno-texnologicheskoe modelirovanie processov intensivikacii proizvodstva maloob'yomny'x stroitel'ny'x rabot nulevogo cikla [Organizational and Technological Modeling of the Processes of Intensification of Production of Low-Volume Zero-Cycle Construction Works] / N.D. Sergeeva, N.I. Tokar — Bryansk: MS BGITU, 2015. — 208 p. [in Russian]
6. Matveev A.V. Organizacionno-texnologicheskoe sovershenstvovanie maloob'emny'x rabot nulevogo cikla [Organizational and Technological Improvement of Low-Volume Zero-Cycle Works] / A.V. Matveev, N.I. Tokar — Bryansk: MS BGITU, 2016. — 186 p. [in Russian]
7. Levkovich T.I. Nauchno-organizacionnoe obespechenie realizacii strategii innovacionnogo razvitiya proizvodstva v dorozhno-stroitel'nom komplekse s primeneniem avtogrejderov s dopolnitel'ny'm universal'ny'm rabochim oborudovaniem [Scientific and organizational support for the implementation of the strategy of innovative development of production in the road construction complex using graders with additional universal working equipment]. / T.I. Levkovich, N.I. Tokar, Z.A. Mevlidinov // Internet-zhurnal «Transportny'e sooruzheniya» [Online magazine "Transport Structures"]. — 2019. — 6(2). — p. 15-28. [in Russian]
8. Levkovich T.I. Primenenie usovershenstvovannoj mnogofunkcional'noj dorozhno-stroitel'noj mashiny' na baze avtomobil'nogo shassi pri proizvodstve rabot maly'x ob'yomov [The Use of an Advanced Multifunctional Road Construction Machine Based on an Automobile Chassis in the Production of Small-Volume Works]. / T.I. Levkovich, N.I. Tokar, Z.A. Mevlidinov // Vestnik Evrazijskoj nauki [The Eurasian Scientific Journal]. — 2020. — 12(4). — p. 1 -13. [in Russian]
9. Rabadanov A.R. Formirovaniye i razvitiye sistemy upravleniya innovatsionnymi protsessami v stroitel'nom komplekse [Formation and Development of the Management System for Innovative Processes in the Construction Industry] / A.R. Rabadanov. — Makhachkala, 2006. — 134 p. [in Russian]
10. Sady'kov A.S. Organizaciya upravleniya kommunal'ny'm xozyajstvom krupnogo goroda [Organization of Public Utilities Management in a Large City] / A.S. Sady'kov — M.: Strojizdat, 2011. — 176 p. [in Russian]
11. Sergeeva N.D. Nauchno-texnicheskoe obespechenie realizacii strategii modernizacii stroitel'noj otrasli [Scientific and Technical Support for the Implementation of the Strategy of Modernization of the Construction Industry]. / N.D. Sergeeva, A.A. Matveev, A.S. Verbizkij et al. // Znanstvenamisel Journal [Znanstvenamisel Journal]. — 2017. — 5. — p. 47-55. [in Russian]
12. Telichenko V.I. Mashini stroitel'nogo proizvodstva [Machines of Construction Production] / V.I. Telichenko, A.G. Savelev. — M.: Publishing House of the Bauman Moscow State Technical University, 2016. — 156 p. [in Russian]