УДК 621.01/.03

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОВША ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА ДЛЯ ПОДГРЕБАНИЯ СНЕГА

Закирзаков Г.Г., Конев В.В., Набиуллина Ю.А.

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Тюмень, e-mail: konev@tsogu.ru

Значительное количество ресурсов на содержание дорог расходуется в зимний период. Это связано с природно-климатическими и организационными условиями, а также с конструктивными особенностями используемых машин. При этом одну из основных трудностей в работе фронтального погрузчика представляет операция сгребания снега с дороги в ковш. Так, при заполнении ковша часть снега остается на поверхности дороги. В этом случае для удаления снега используется ручной труд (дорожные рабочие с лопатами). Это снижает производительность фронтальных погрузчиков и в целом проведение снегоуборочных работ. С целью повышения механизации работ на основе анализа патентов разрабатывается рабочий орган, содержащий штатный ковш и дополнительно установленный отвал с приводом его от телескопической стрелы. Были рассмотрены три варианта конструкций и обоснована унифицированная и технологически оправданная конструкция. Исследование этой конструкции предполагает разработку общей методики исследования для определения зависимостей сопротивления перемещению отвала от факторов, содержащих технологию выполнения работ и характеристик рабочего органа.

Ключевые слова: ковш, погрузчик, отвал, уборка снега, модернизация ковша

MODERNIZATION OF THE FRONT LOADER BUCKET FOR THE SNOW FEEDING

Zakirzakov G.G., Konev V.V., Nabiullina Y.A.

Federal State Educational Institution of Higher Education Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, e-mail: konev@tsogu.ru

A significant amount of resources is spent on roads in the winter. This is due to climatic conditions and organizational, as well as the design features of used machines. At the same time one of the main difficulties in the operation of the front loader is shoveling snow from the road in the bucket. Thus when filling the bucket of the snow remains on the road surface. In this case, for snow removal is used manual labor (road workers with shovels). This reduces the performance of front-end loaders, and generally conducting snow removal operations. In order to increase mechanization based on the analysis of patents developed by a working body having regular bucket and additionally mounted blade drive it from the telescopic boom. It considered three options for designs and proved technologically justified and unified design. The study of this design involves the development of a common research technique to determine dependence of the resistance movement of the blade on the factors that contain the technology of work performance and characteristics of the working body.

Keywords: bucket, loader, dump, snow removal, modernization of bucket

На содержание дорог коммунальными службами населенных пунктов затрачиваются значительные средства, особенно в зимний период при уборке снега с дорог, площадей, тротуаров. Одним из основных направлений в решении задач сокращения себестоимости и сроков проведения снегоуборочных работ, повышения производительности труда и общей эффективности является механизация работ [1, 6, 9].

Широкое внедрение механизации в проведении снегоуборочных работ затруднено отсутствием высокопроизводительных, технологичных машин.

Повышение технического уровня снегоуборочных машин обеспечивается за счет повышения их энергонасыщенности и производительности, универсальности и технологических возможностей, использования в конструкциях машин унифицированных узлов и расширения номенклатуры сменного рабочего оборудования, развития гидрофикации приводов, агрегатов, применения систем автоматизации управления рабочими процессами машин, улучшения условий труда машинистов [8].

В развитии конструкций снегоуборочных машин можно выделить два направления совершенствования:

1. Конструкции базовой машины.
2. Рабочее оборудование.

Второе направление имеет большее развитие в связи с меньшими затратами ресурсов на создание новых снегоуборочных машин. При этом использование гидравлического привода в управлении рабочими органами придает «гибкость» в построении кинематических связей исполнительного оборудования [9].

При проведении снегоуборочных работ (уборка бордюров, наполнение ковша погрузчика лопатами) большой объем операций выполняется без средств механизации (рис. 1). Это снижает производительность работ. В этой связи возникает необходимость механизации проведения таких работ.

Рис. 1. Заполнение ковша погрузчика с использованием ручного труда

Для рассмотрения вопроса по уборке снега, механизации его погрузки в ковш погрузчика проведем анализ конструкций ковшей с интенсифицирующим воздействием.

С целью повышения эффективности заполнения ковша в ковш гидравлического экскаватора [3] на рукоять экскаватора установлены два дисковых ножа. Это позволяет снизить энергоемкость разрушения твердых асфальтобетонных покрытий. Управление всеми процессами осуществляется гидроприводом.

В изобретении [2] снегоуборочная машина – фронтальный погрузчик имеет ковш, выполненный с передней затворной крышкой, установленной с возможностью перемещения по вертикали. Это позволяет удерживать снег в ковше при транспортировании, не рассыпая его на дорогу. Питание привода осуществляется от гидросистемы базового погрузчика.

При совершенствовании скрепера-планировщика [7] предлагается повысить наполняемость ковша за счет подвижности дополнительно установленного отвала с боковыми стенками. Этот отвал перемещает призму грунта к задней стенке ковша и тем самым повышает наполняемость и, соответственно, производительность машины.

В изобретении [10] рабочее оборудование погрузчика содержит стержневую систему, челюстной захват (верхнюю и нижнюю челюсти) с механизмом управления. Установленные на нижней челюсти (ковше погрузчика) направляющие позволяют перемещаться верхней челюсти при закрытии и открытии модернизированного ковша погрузчика. Это обеспечивает увеличение усилия при сжатии челюстей.

Анализ патентов позволяет сделать вывод, что разработки по совершенствованию рабочих органов машин проводятся постоянно. При этом ранее предложенные разработки не решают задачу, которая рассмотрена на рис. 1. Повышения эффективности работы погрузчика можно достичь за счет установки отвала на штатный рабочий орган погрузчика.

Так, на примере погрузчика «Mustang 3300V» кафедры «Транспортные и технологические системы» Тюменского государственного нефтегазового университета предлагается разработать подгребатель (миниотвал с приводом).

В рамках решаемой задачи по модернизации рабочего оборудования погрузчика была проведена компоновка рабочего оборудования. При этом необходимо учесть высоту подъема ковша, угол поворота ковша, а также маневренность машины. При рассмотрении вопроса установки отвала со стрелой на погрузчик рассматривались три варианта:

– установка оборудования на раму погрузчика (независимо от штатного рабочего оборудования);

– установка предлагаемой модернизации (рабочего оборудования) заодно со штатным рабочим оборудованием, при этом стрела изогнутая, для сохранения полного поворота ковша;

– вариант как в предыдущем варианте, при этом стрела прямая.

Для решения предлагаемой задачи принят третий вариант (рис. 2), т.к. он надежен и прост, несмотря на снижение подвижности ковша погрузчика (уменьшение угла поворота). Стрела является телескопической, движение которой осуществляется гидроцилиндром. Причем стрела хомутами крепится к раме рабочего оборудования погрузчика. Это позволяет осуществить монтаж и демонтаж в условиях малых предприятий.

Анализ конструкций и патентный обзор коммунальных машин показывает, что они в большей степени оснащены гидравлическим приводом. Это объясняется технологичностью изготовления и модернизации [4]. Схема гидравлического привода модернизированного погрузчика «Mustang 3300V» представлена на рис. 3.

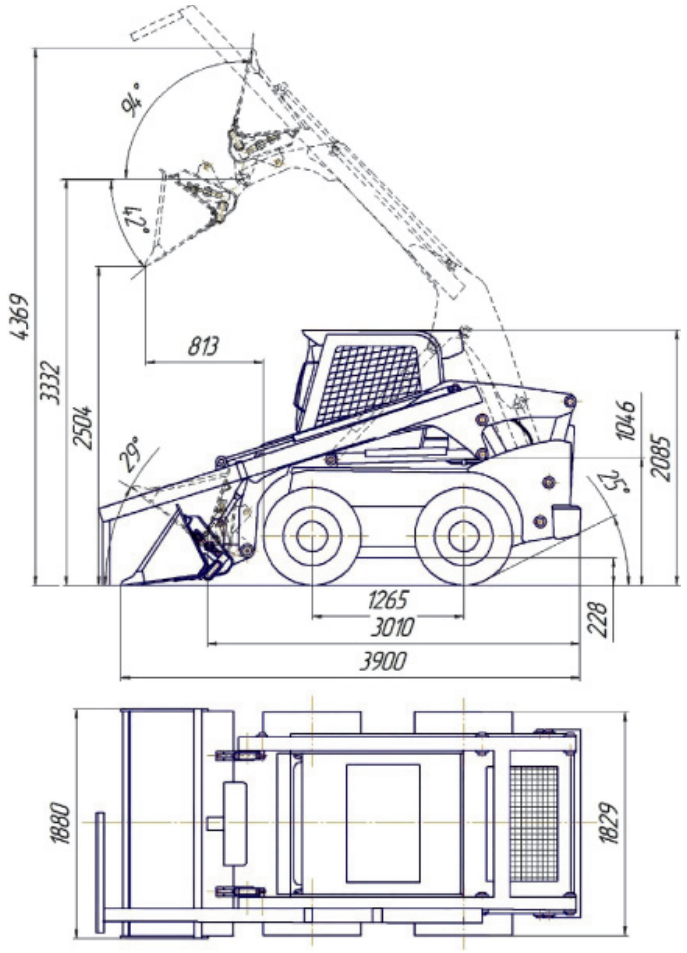

Рис. 2. Погрузчик «Mustang 3300V» (модернизированный)

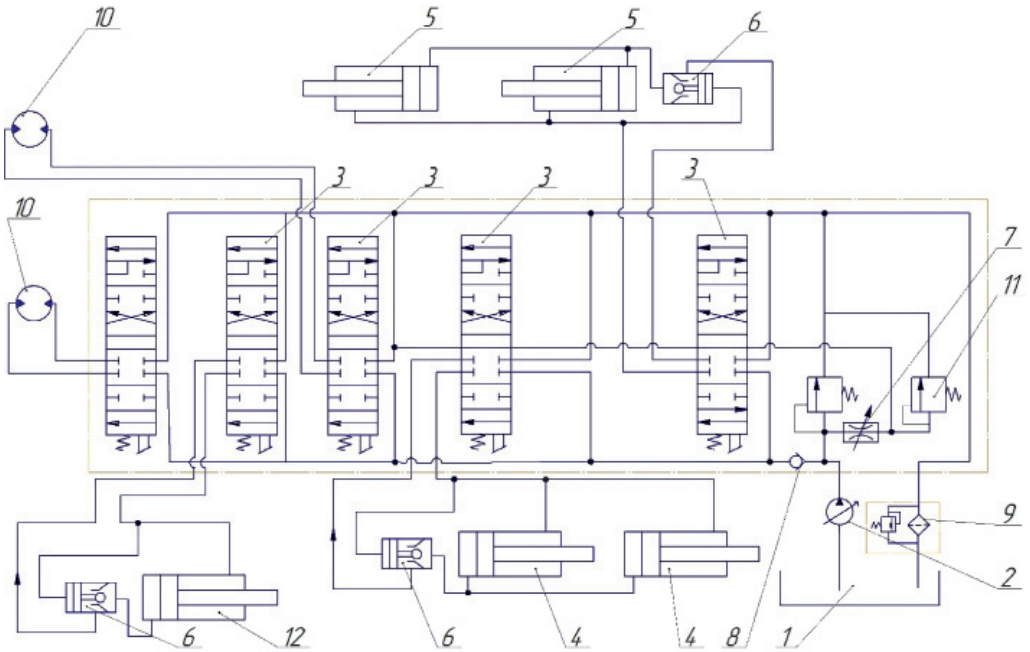

Рис. 3. Схема гидравлического привода модернизированного погрузчика «Mustang 3300V»:
1 – бак масляный; 2 – насос; 3 – распределитель; 4 – гидроцилиндры подъема – опускания стрелы;
5 – гидроцилиндры; 6 – гидрозамок; 7 – дроссель; 8 – клапан обратный;
9 – фильтр; 10 – гидромотор; 11 – клапан перепускной; 12 – гидроцилиндр выдвижения стрелы

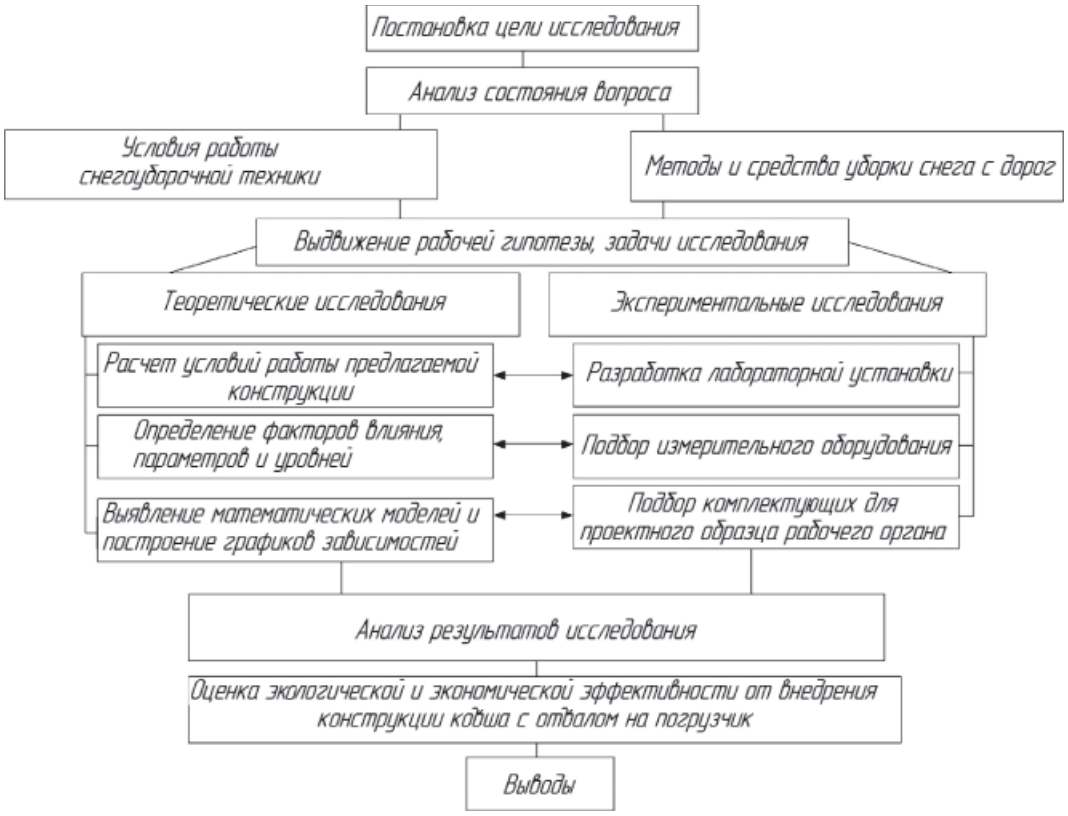

Рис. 4. Схема методики проведения исследований

Интенсивность расходования ресурсов и, следовательно, эффективность эксплуатации машин зависит от влияния природно-климатических факторов, параметров машины и организации ее эксплуатации [5]. Поэтому необходимо определить основные факторы и установить их влияние на выходной параметр.

Исследование конструкции нового рабочего органа содержит определение зависимости сопротивления сдвига снега от скорости перемещения отвала к ковшу погрузчика и зависимости сопротивления сдвига (подгребания) снега от ширины и высоты отвала. Также при проведении исследований следует учитывать свойства снега (контролируемые факторы). Для проверки и уточнения теоретических данных проводятся экспериментальные исследования. Схема методики проведения исследований представлена на рис. 4.

Основными факторами влияния при определении зависимостей являются: толщина срезаемого слоя снега, мм – (X_1); плотность снега, кг/м^3 – (X_2); скорость перемещения снега отвалом (подгребателем), м/с, – (X_3); ширина отвала, мм – (X_4), угол резания отвала, мм – (X_5).

Проведение полного факторного эксперимента с двумя уровнями каждого фактора будет содержать 64 опыта. Выходным параметром (Y) является сопротивление на отвале погрузчика $Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$. Количество опытов в эксперименте снизится при использовании неполного факторного эксперимента (полуреплики).

В задачу проектирования будет входить определение кинематики рабочего органа погрузчика, тяговых характеристик базовой машины, расчет ее гидропривода и устойчивости, прочностной расчет рабочего органа, а также оценка экономической эффективности.

Для дальнейшего исследования конструкции необходимо осуществить компоновку оборудования на машину (модель) и проверить ее работоспособность.

Полученные результаты исследований на примере «Mustang 3300V» применимы для погрузчиков различных типоразмеров. Применение данной конструкции позволит повысить механизацию снегоуборочных работ фронтального погрузчика.

Список литературы

1. Баловнев В.И. Дорожно-строительные машины с рабочими органами интенсифицирующего действия. – М.: Машиностроение, 1981. – 223 с.

2. Быков В.Ю., Шестопалов К.К. Снегоуборочная машина Патент № 2010125352/21 заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), опубл.: 20.12.2010.

3. Гаврилов Ю.М. Курилов Е.В. Гринев Е.В. Рабочее оборудование гидравлического экскаватора Патент № 2130528 заявитель и патентообладатель Ярославский государственный технический университет, опубл.: 20.06.2009.

4. Гар В. Фронтальные погрузчики: больше и лучше // Основные Средства № 9/2003. URL: os1.ru/article/pto/2003_09_A_2005_02_17-13_53_21/.

5. Захаров Н.С., Абакумов Г.В., Вознесенский А.В., Бачинин Л.В., Ракитин А.Н. Влияние сезонной вариации факторов на интенсивность расходования ресурсов при эксплуатации транспортно-технологических машин // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2006. – № 1. – С. 75–79.

6. Конев В.В. Отвал для уборки снега Патент № 2465393 E01H5/06 заявитель и патентообладатель Тюменский государственный нефтегазовый университет.

7. Насонов С.Ю., Леонтьев Ю.П, Ревин Ю.Г. Мелиоративный скрепер-планировщик с подвижной заслонкой-отвалом Патент № 113282 заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства», опубл. 20.09.2011.

8. Мерданов Ш.М., Конев В.В., Ефимова В.Л., Балин А.В. Ресурсосбережение при уборке снега в городских условиях // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 1 (часть 2). – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2803.

9. Минин В.В. Концепция повышения эффективности универсальных малогабаритных погрузчиков. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 304 с.

10. Шамардин В.Д. Григорьев А.В. Савельев А.Г. Рабочее оборудование погрузчика Патент № 2143523 заявитель и патентообладатель Акционерное общество открытого типа «Погрузчик», опубл.: 27.12.1999.

References

1. Balovnev V.I. Dorozhno-stroitelnye mashiny s rabochimi organami intensificirujushhego dejstvija [Road-building machines with working bodies of intensifying actions] M.: Mashinostroenie, 1981 223 p.

2. Bykov V.Ju., Shestopalov K.K. Snegouborochnaja mashina Patent no. 2010125352/21 zajavitel i patentoobladatel Gosudarstvennoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego professionalnogo obrazovanija Moskovskij avtomobilno-dorozhnyj gosudarstvennyj tehnicheskij universitet (MADI), opubl.: 20.12.2010.

3. Gar V. Frontalnye pogruzchiki: bolshe i luchshe // Osnovnye Sredstva no. 9/2003. URL: os1.ru/article/pto/2003_09_A_2005_02_17-13_53_21.

4. Gavrilov Ju.M. Kurilov E.V. Grinev E.V. Rabochee oborudovanie gidravlicheskogo jekskavatora Patent no. 2130528 zajavitel i patentoobladatel Jaroslavskij gosudarstvennyj tehnicheskij universitet, opubl.: 20.06.2009.

5. Konev V.V. Otval dlja uborki snega Patent no. 2465393 E01H5/06 zajavitel i patentoobladatel Tjumenskij gosudarstvennyj neftegazovyj universitet.

6. Merdanov Sh.M., Konev V.V., Efimova V.L., Balin A.V. Resursosberezhenie pri uborke snega v gorodskih uslovijah, Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, no. 1 (chast 2) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2803.

7. Minin V.V. Koncepcija povyshenija jeffektivnosti universalnyh malogabaritnyh pogruzchikov: / V.V. Minin. Krasnojarsk: Sib. feder. un-t, 2012. 304 p.

8. Zaharov N.S., Abakumov G.V., Voznesenskij A.V., Bachinin L.V., Rakitin A.N. Vlijanie sezonnoj variacii faktorov na intensivnost rashodovanija resursov pri jekspluatacii transportno-tehnologicheskih mashin // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft i gaz 2006 no. 1 pp. 75–79.

9. Nasonov S.Ju., Leontev Ju.P, Revin Ju.G. Meliorativnyj skreper-planirovshhik s podvizhnoj zaslonkoj-otvalom Patent no. 113282 zajavitel i patentoobladatel Federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego professionalnogo obrazovanija «Moskovskij gosudarstvennyj universitet prirodoobustrojstva», opubl. 20.09.2011.

10. Shamardin V.D. Grigorev A.V. Savelev A.G. Rabochee oborudovanie pogruzchika Patent no. 2143523 zajavitel i patentoobladatel Akcionernoe obshhestvo otkrytogo tipa «Pogruzchik», opubl.: 27.12.1999.