УДК 621.01/.03

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА ДЛЯ УБОРКИ СНЕЖНОГО НАКАТА

Конев В.В., Мерданов Ш.М., Балин А.В.

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

Для очистки снега с автомобильных дорог используются снегоуборочные машины различных конструкций и установленных на них рабочих органов. При этом одной из распространённых машин является фронтальный погрузчик. Это связано с универсальностью таких машин, возможностью выполнять уборку, погрузку и разгрузку снега одной машиной. При этом возникает необходимость совершенствования рабочего органа. Основным рабочим органом фронтальных погрузчиков является ковш. При сгребании снега с автомобильной дороги, на которой образован снежный накат, происходит неравномерное воздействие ковша на дорожную поверхность. Это связано с возникновением перекоса машины из-за ее поперечного наклона, по причине перемещения одной стороны погрузчика по снежному накату, а другой стороны – по поверхности дороги без снежного наката. В соответствии с этим исследованы условия работы и анализ используемых фронтальных погрузчиков. На этой основе определена базовая машина и осуществлена ее модернизация.

Ключевые слова: снежный накат, ковш погрузчика, фронтальный погрузчик, уборка снега с дорог, модернизация ковша

RESEARCH AND MODERNIZATION OF THE BODY FRONT LOADER FOR CLEANING COMPACTED SNOW

Konev V.V., Merdanov Sh.M., Balin A.V.

Federal State Educational Institution of Higher Education Tyumen industrial university, Tyumen, e-mail: konev@tsogu.ru

To clear the snow from the roads used snow machines of different designs and set them working bodies. At the same time one of the most common machine is a wheel loader. This is due to the versatility of these machines, the ability to perform cleaning and handling a snow machine. Thus there is a need to improve the working body. The main working body of the front loader is a bucket. When shoveling snow from the road, which is formed by snow roll forward is uneven impact of the bucket on the road surface. This is due to the occurrence of misalignment of the machine due to its cross-tilt due to move one side of the truck on the snow run-up, and the other hand on the surface of the road without snow rolling. In accordance with this investigated working conditions and the analysis of used wheel loaders. On this basis, the basic machine is defined and carried out its modernization.

Keywords: snow reel, bucket loader, wheel loader, snow removal from roads, modernization of the bucket

В зимнее время одной из основных проблем при содержании автомобильных дорог в России является уборка снега. На обеспечение эксплуатационных характеристик дорог расходуются значительные материальные и временные ресурсы [2, 9, 10, 12]. Это связано как с природно-климатическими факторами (интенсивностью и продолжительностью снегопадов, действием ветра и связанного с этим снегопереноса, температурой окружающего воздуха и, как следствие, образованием наледи на дорогах), так и с организационными факторами, приводящими к нерегулярности проведения работ. Воздействие перечисленных факторов способствует образованию снежного наката [5]. И, как следствие, повышению аварийности на автомобильных дорогах. Определение снежного наката на автомобильной дороге службами ГИБДД представлено на рис. 1.

Эксплуатационные характеристики автомобильной дороги возможны при нерегулярном профилировании, а также при удалении снега с покрытия плужными снегоочистителями (толщина слоя снега не более 25 мм; для средних параметров снежных отложений при толщине слоя до 40 мм).

При этом толщина слоя снежного наката, по условиям ровности, недопустима более 100–120 мм. Несмотря на то, что при небольшой толщине слоя уплотнённого снега ровность меняется незначительно, на дорогах I–III категорий снег должен быть счищен с покрытия полностью. Этим обеспечиваются требуемые сцепные качества транспортного средства с поверхностью автомобильной дороги. Толщина уплотненного снега допускается на дорогах IV–V категорий не более 60 мм – это при условии регулярного профилирования и полной очистки от снега на подъёмах и спусках автомобильной дороги. В исключительных случаях в нормативных документах допускается присутствие снежного наката до 200 мм.

Рис. 1. Определение снежного наката на автомобильной дороге службами ГИБДД

Для обеспечения эксплуатационных характеристик автомобильных дорог в зимний период городскими службами используются химические реагенты, которые отрицательно воздействуют на окружающую среду и транспортные средства. Поэтому основным подходом является снегоочистка. Для этого используются снегоуборочные машины (плужные на базе тракторов и автомобилей; шнекороторные и фрезерно-роторные машины [7, 8, 9, 10].

В связи с универсальностью и технологичностью работы в содержании автомобильных дорог широко используются фронтальные погрузчики [3, 11]. При этом большое распространение на российском рынке получили погрузчики с бортовым поворотом, управляемые скольжением колес (skid steer loader). Это связано с высокой маневренностью (радиусом поворота), траекторией вылета рабочего оборудования и положения в максимальной высоте выгрузки, многофункциональности (широкий ассортимент быстросменного навесного оборудования), низкий расход топлива при хороших мощностных показателях (вырывное усилие, сила тяги).

Этим объясняется производство таких машин практически всеми крупными предприятиями строительно-дорожной техники. Лидерами на российском рынке погрузчиков с бортовым поворотом являются:

– Китай: Sakai (NEO S200), XCMG (LW300F), SDLG (LG918);

– Южная Корея: Doosan (DL450-A), Hyundai (HSL650-7A), Daewoo;

– Россия: ОАО«КУРГАНМАШЗАВОД» (МКСМ-800, 1000, 1200), ПУМ (Уралвагонзавод);

– США: John Deere (WL56), Caterpillar (216B Series 3), Terex (TSR50), Mustang (2026), Bobcat (Series M), New Holland;

– Великобритания: JCB;

– Франция: Case;

– Япония: Komatsu (SK714-5), TCM;

– Швеция: Volvo (MC70C);

– Словакия: Locust (Way industry),

Занимаемый рынок (%) в России фронтальных погрузчиков с бортовым поворотом по массе (т) представлен в табл. 1.

Таблица 1

Занимаемый рынок (%) в России фронтальных погрузчиков с бортовым поворотом по массе (т)

Масса (т)	Занимаемый рынок (%)
От 2,5 до 3 т	До 40
От 3 до 3,5 т	До 20
От 3,5 до 4 т	До 20
От 4 до 4,5 т	До 10
До 2,5 т	До 10

Анализ рынка погрузчиков с бортовым поворотом представлен в отчете «Маркетинговое исследование рынка погрузчиков с бортовым поворотом», подготовленном компанией AS MARKETING.

В соответствии с изложенным в табл. 2 представлены основные технические характеристики погрузчиков с бортовым поворотом различных производителей.

Таблица 2

Технические характеристики погрузчиков с бортовым поворотом

Марка	Технические характеристики						
	Мощность, кВт	Скорость хода, км/ч	Экспл. масса, кг	Ном. грузопод., кг	Ширина, мм	Длина с ковшом, мм	Макс. высота поднятого ковша, мм
CASE SR200	52	11,8	3130	905	1755	3292	249
Mustang 3300V NXT2	52,7	12	4087	1497	1829	3901	4369
Sunbear DL165	60	13,2	3250	1200	1760	3438	3900
Hyundai HSL850-7	68	11	3290	840	1894	3470	2410*
JCB 280	55	10,9	3767	1271	1830	3760	-
Volvo MC95C	59,9	12	3127	862	1730	3530	2332*
МКСМ-800	32,8	10	2800	800	1680	3270	3700
Амкодор 211	57,4	10	3800	1200	1840	3460	2400*
BOBCAT A300	53,5	11	3788	1400	1670	3152	3211
Caterpillar 242B Series 2	42	11	3136	952	1676	3437	2240
LOCUST L 903	51	13	3344	900	1880	3385	2060*
Sunward SWL 4210	54,9	11	4360	1200	1825	3640	4025

Примечание. * – Высота разгрузки с опущенным ковшом.

При этом несмотря на снижение модельного ряда погрузчиков, модернизация существующих моделей (установка новых двигателей, совершенствование параметров машин) многими мировыми лидерами в производстве компактных колесных погрузчиков осуществляется постоянно. Производство российских погрузчиков с бортовым поворотом невысокое, поэтому с учетом востребованности рынка создание и модернизация таких машин является актуальным.

Ассортимент навесного оборудования постоянно увеличивается. Это позволяет выполнять различные работы с использованием одной машины. Основное навесное оборудование – ковши. На их базе также проводится совершенствование [4, 6].

На кафедре «Транспортные и технологические системы» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» в учебном и научном процессе используется фронтальный погрузчик с бортовым поворотом «Mustang 3300V».

В рамках проводимого исследования решается задача по повышению эффективности уборки снега с образовавшимся снежным накатом на автомобильных дорогах. Это обуславливается тем, что образовавшийся снежный накат приводит к тому, что при сгребании снега одна сторона машины, которая перемещается по снежному накату, расположена выше относительно стороны машины, перемещаемой не по снежному накату. Поэтому ковш погрузчика также находится под углом к поверхности дороги. Это приводит к возникновению динамических нагрузок на рабочий орган машины и в его приводе [13], что приводит к повышенным износам и, как следствие, к снижению наработки на отказ и дополнительным затратам на обслуживание и ремонт машин [1].

Для повышения эффективности фронтального погрузчика предложена модернизация его рабочего органа. Общий вид модернизированного фронтального погрузчика (Mustang 3300 V) представлен на рис. 2.

На базе этой машины разрабатывается рабочий орган. Модернизированный рабочий орган фронтального погрузчика представлен на рис. 3.

С целью осуществления перекоса ковша фронтального погрузчика между плитой и ковшом устанавливается шарнир (рис. 4). Смазывание в зоне контакта подвижных элементов шарнира ковша фронтального погрузчика осуществляется через пресс-масленку.

Управление перекосом ковша осуществляется двумя гидроцилиндрами. Учитывая то, что при работе этих гидроцилиндров будет возникать не только линейное возвратно-поступающее движение, но и действие, вызывающее изгиб гидроцилиндра, в его проушинах устанавливаются сферические подшипники скольжения с пресс-масленками. Соответственно, гидросхема модернизированного фронтального погрузчика будет дополнена исполнительными гидродвигателями и гидрораспределителем управления раскосом ковша машины.

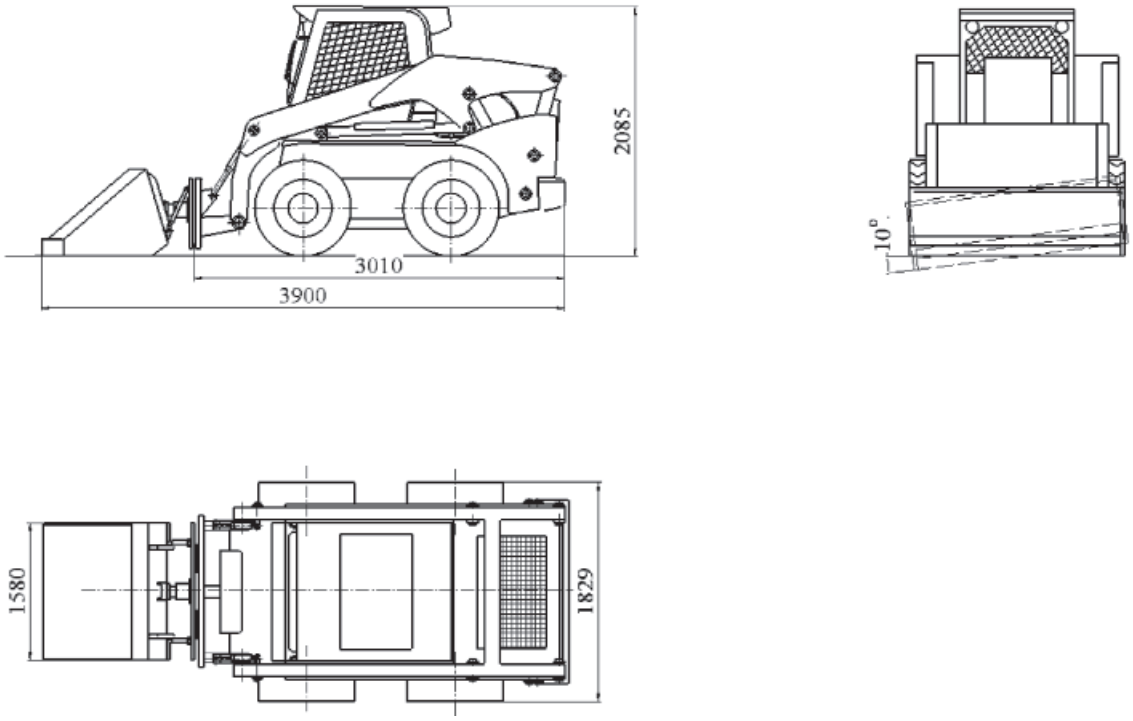

Рис. 2. Общий вид модернизированного фронтального погрузчика (Mustang 3300 V)

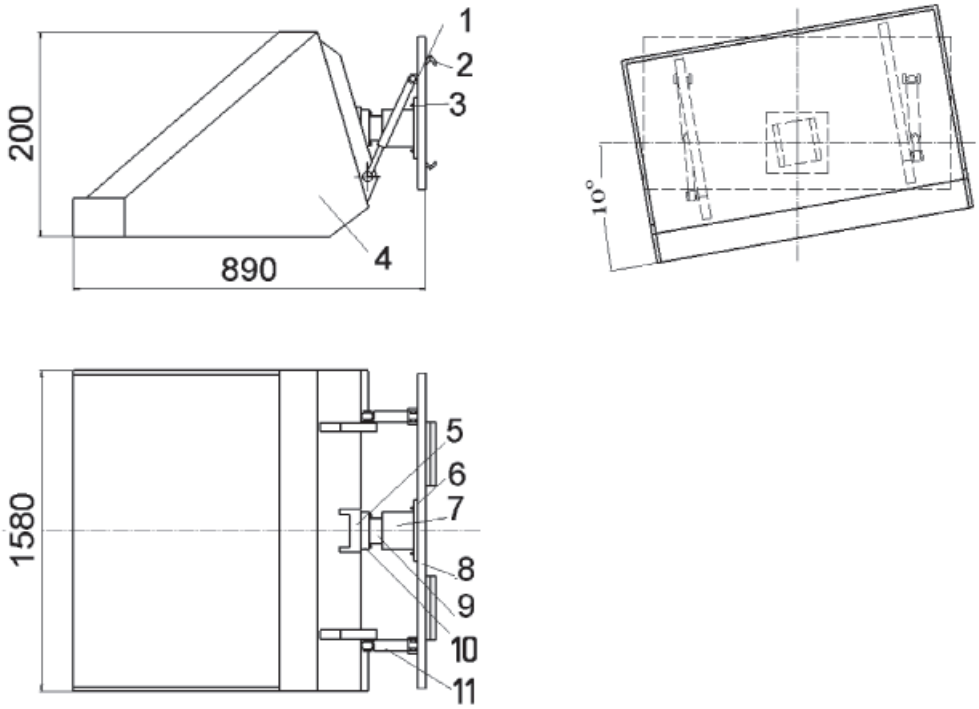

Рис. 3. Модернизированный рабочий орган фронтального погрузчика:
1 – кронштейн; 2 – крепежные зажимы; 3 – болтовое соединение; 4 – ковш;
5 – П-образный кронштейн; 6; 10 – крепежная плита; 7 – втулка; 8 – монтажная плита;
9 – палец; 11 – гидроцилиндр перекоса

С целью дальнейшего исследования предложенной конструкции фронтального погрузчика необходимо провести факторный анализ, оценить условия работы модернизированной машины на лабораторных и промышленных образцах.

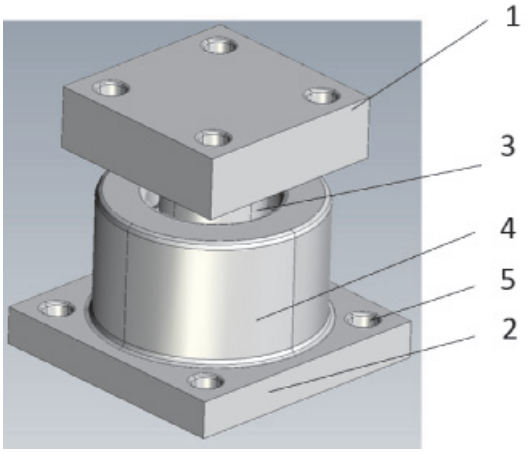

Рис. 4. Шарнир ковша фронтального погрузчика: 1, 2 – крепежная плита; 3 – палец; 4 – втулка; 5 – отверстия для болтовых соединений

Технико-экономический эффект достигается за счет повышения производительности машины (снижения количества проходов), увеличения наработки на отказ. При модернизации машины учитываются принципы унификации и стандартизации. Это позволяет снизить затраты на создание и эксплуатацию техники.

Список литературы

1. Апатенко А.С., Костякова А.Н. Эффективные методы обновления машин технологических комплексов в современных условиях // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 120. – С. 20–26.

2. Буракова О.Д., Захаров Д.А. О методике разработки мероприятий для снижения аварийности на автомобильных дорогах города // Организация и безопасность дорожного движения: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – С. 50–54.

3. 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.

4. Закирзаков Г.Г., Конев В.В., Набиуллина Ю.А. Модернизация ковша фронтального погрузчика для подгребания снега // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 2–1. – С. 54–58.

5. Конев В.В., Мерданов Ш.М., Ахундов Т.И., Фоминых К.П. Совершенствование рабочего органа фронтального погрузчика для уборки снежного наката // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 4–1. – С. 64–70.

6. Конев В.В., Мерданов Ш.М. Модернизация ковша фронтального погрузчика для уборки снега // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 2–2. – С. 262–266.

7. Мерданов Ш.М., Конев В.В., Половников Е.В., Мерданов М.Ш. Раздвижной отвал снегоуборочной машины / Патент № 152034 E01H5/06 заявитель и патентообладатель Тюменский государственный нефтегазовый университет.

8. Мерданов Ш.М., Конев В.В., Балин А.В. Исследование конструкций отвалов снегоуборочных машин // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 2. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2945.

9. Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования (Письмо Росавтодора от 17.03.2004 № ОС-28/1270-ис).

10. Методические рекомендации по защите и очистке автомобильных дорог от снега (Издан на основании Распоряжения Федерального дорожного агентства от 01.02.08 N 44-Р).

11. Обзор рынка одноковшовых колесных погрузчиков // Горная Промышленность. – 2006. –№ 6. – URL: mining-media.ru/ru/article/transport/1044-obzor-rynka-odnokovshovykh-kolesnykh-pogruzchikov.

12. Петров А.И. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий. Часть 2. Инженерно-психофизиологическая, транспортно-трасологическая и автодорожная экспертизы: учебное пособие // А.И. Петров, Л.Г. Резник, Д.А. Захаров. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 116 с.

13. Ревин Ю.Г. Особенности расчётного моделирования динамических нагрузок в приводе рабочего оборудования землеройно-мелиоративных машин с учётом механизма их передвижения // Строительные и дорожные машины. – 2014. – № 8. – С. 14–18.

References

1. Apatenko A.S., Kostyakova A.N. EHffektivnye metody obnovleniya mashin tekhnologicheskih kompleksov v sovremennyh usloviyah // Trudy GOSNITI. 2015. T. 120. pp. 20–26.

2. 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.

3. Burakova O.D., Zaharov D.A. O metodike razrabotki meropriyatij dlya snizheniya avarijnosti na avtomobilnyh dorogah goroda. Materialy VIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Organizaciya i bezopasnost dorozhnogo dvizheniya». Tyumen: TyumGNGU, 2015. pp. 50–54.

4. Zakirzakov G.G., Konev V.V., Nabiullina Ju.A. Modernizacija kovsha frontalnogo pogruzchika dlja podgrebanija snega, // Fundamentalnye issledovanija, 2016, no. 2–1. – pp. 54–58.

5. Konev V.V., Merdanov SH.M., Ahundov T.I., Fominyh K.P. Sovershenstvovanie rabochego organa frontalnogo pogruzchika dlya uborki snezhnogo nakata, // Fundamentalnye issledovaniya, 2016, no. 4–1, pp. 66–70.

6. Konev V.V., Merdanov SH.M. Modernizaciya kovsha frontalnogo pogruzchika dlya uborki snega, // Fundamentalnye issledovaniya, 2016, no. 2–2, pp. 262–266.

7. Merdanov Sh.M., Konev V.V., Polovnikov E.V., Merdanov M.Sh. Razdvizhnoj otval snegouborochnoj mashiny [Adjustable blade snowplow] Patent no. 152034 E01H5/06 zajavitel i patentoobladatel Tjumenskij gosudarstvennyj neftegazovyj universitet.

8. Merdanov Sh.M., Konev V.V., Balin A.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, no. 2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2945.

9. Metodicheskie rekomendacii po remontu i soderzhaniju avtomobilnyh dorog obshhego polzovanija (Pismo Rosavtodora ot 17.03.2004 no. OS-28/1270-is).

10. Metodicheskie rekomendacii po zashhite i ochistke avtomobilnyh dorog ot snega (Izdan na osnovanii Rasporjazhenija Federalnogo dorozhnogo agentstva ot 01.02.08 no. 44-R).

11. Obzor rynka odnokovshovyh kolesnyh pogruzchikov URL: mining-media.ru/ru/article/transport/1044-obzor-rynka-odnokovshovykh-kolesnykh-pogruzchikov: Zhurnal «Gornaja Promyshlennost» no. 6 2006.

12. Petrov A.I. Rassledovanie i ehkspertiza dorozhno-transportnyh proisshestvij. CHast 2. Inzhenerno-psihofiziologicheskaya, transportno-trasologicheskaya i avtodorozhnaya ehkspertizy. Uchebnoe posobie // A.I. Petrov, L.G. Reznik, D.A. Zaharov. Tyumen: TyumGNGU, 2011. 116 p.

13. Revin Yu.G. Osobennosti raschyotnogo modelirovaniya dinamicheskih nagruzok v privode rabochego oborudovaniya zemlerojno-meliorativnyh mashin s uchyotom mekhanizma ih peredvizheniya // Stroitelnye i dorozhnye mashiny. 2014. no. 8. pp. 14–18.