

К.Г. Пугин^{1,2}, Д.В. Власов¹

¹Пермский национальный исследовательский
политехнический университет Пермь, Россия

²Пермский государственный аграрно-технологический университет
имени академика Д.Н. Прянишникова

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТЕЛЕЖКИ С ЦЕЛЬЮ МЕХАНИЗАЦИИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Физиологические возможности человека не позволяют работать с тяжелыми оборудованием и узлами транспортных и технологических машин. Большинство погрузочно-разгрузочных работ при проведении технического обслуживания и ремонта невозможно без средств механизации труда. В статье предложен проект гидравлической тележки, предназначенной для выполнения погрузочно-разгрузочных работ при проведении технического обслуживания и ремонта транспортных средств в стесненных условиях малого предприятия. Были рассмотрены существующие конструкции грузоподъемных тележек. На основе анализа конструкций и технологических возможностей был установлен ряд недостатков, к которым отнесены: излишняя длина и, как следствие, ухудшение маневренности; чрезмерная высота подхвата; отсутствие выдвижной платформы, позволяющей производить загрузку; высокая цена. С использованием компьютерных программ была спроектирована конструкция грузоподъемной тележки. Подъем-опускание грузонесущей платформы осуществляется с помощью гидравлического привода. Характеристика грузоподъемного оборудования: габаритный размер (длина, ширина, и высота подъема) 0,9×0,65×0,8 м; грузоподъемность – 1000 кг; время подъема – 30 с. С целью обеспечения безопасной и долговечности эксплуатации были предложены рекомендации для проведения технического обслуживания. Для проведения технического обслуживания не требуется вмешательства высококвалифицированного персонала. В проекте использованы стандартные изделия и простые в изготовлении детали. Все комплектующие компоненты – отечественного производства. Это способствует загрузке мощностей машиностроительных предприятий Российской Федерации и, как следствие, выполнению рекомендаций Правительства РФ, связанных с импортозамещением.

Ключевые слова: тележка, гидравлический привод, ремонт автомобилей, техническое обслуживание, механизация, грузоподъемное оборудование, автотранспортное предприятие.

K.G. Pugin^{1,2}, D.V. Vlasov¹

¹Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

²Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov,
Perm, Russian Federation

DEVELOPMENT OF A DESIGN OF A HYDRAULIC TROLLEY IN ORDER TO MECHANIZE LOADING AND UNLOADING OPERATIONS AT A MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE

The physiological capabilities of a man do not allow working with heavy equipment and units of transport and technological machines. Most loading and unloading operations during maintenance and repair work are not possible without using labor mechanization means. In the article a design of a hydraulic trolley is proposed, intended for loading and unloading during maintenance and repair of vehicles in hampered conditions of a small enterprise. The existing designs of lifting trolleys were examined. Based on the analysis of designs and technological capabilities, a number of shortcomings were identified which included: excessive length and, as a result, deterioration of maneuverability; excessive pickup height; lack of a retractable platform that allows loading; high price. Using computer programs, the design of lifting trolley was made. Lifting and lowering of the load-carrying platform is carried out using a hydraulic drive. Characteristics of lifting equipment are as follows: overall size (length, width, and lifting height) 0.9–0.65–0.8 m; carrying capacity 1000 kg; rise time 30 sec. In order to ensure safe and durable operation, recommendations were made for carrying out maintenance. Maintenance work does not require the intervention of highly qualified personnel. In the design standard products and easy to manufacture parts were used. All the components are produced domestically. This contributes to the utilization of capacities of machine-building enterprises of the Russian Federation, which allows implementing of the recommendations of the Government of the Russian Federation related to import substitution.

Keywords: trolley, hydraulic drive, car repair, maintenance, mechanization, lifting equipment, trucking company.

При проведении технического обслуживания и ремонта автомобилей, а также строительно-дорожных машин (СДМ) у персонала возникает необходимость в снятии, транспортировке и подъеме тяжеловесных грузов [1]. К таким грузам можно отнести следующие: двигатели внутреннего сгорания (ДВС), коробки переключения передач, гидравлические узлы, мосты, колеса, аккумуляторные батареи, валы, навесное оборудование и его элементы и т.п. [2]. Учитывая физиологические возможности человека, можно сделать вывод о том, что такие погрузочно-разгрузочные работы без средств механизации труда для организма человека недопустимы ввиду риска причинения вреда жизни и здоровью [3]. Данный вывод подтверждают СанПиН 2.2.4.548–96, утвержденные Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21». В данном документе обозначены особые правила и нормы для персонала, занимающегося определенным видом деятельности, к которым относится норматив для сотрудников предприятий, занимающихся обслуживанием СДМ и автомобилей, – 10 кг. На основании данного норматива возникает необходимость в грузоподъемных устройствах, обеспечивающих выполнение технологического процесса на автотранспортных предприятиях [4].

С целью обеспечения нормального функционирования таких предприятий создается множество технических решений, примерами которых являются следующие механизмы: ленточные конвейеры, роулеры, подъемники, кран-балки и т.д. Однако важно заметить, что порой установка таких приспособлений невозможна на небольших автотранспортных предприятиях (АТП). Причины этого следующие: экономические соображения; стесненные условия на производственных площадях; отсутствие специализированного персонала по обслуживанию данного оборудования. Поэтому, чтобы компенсировать недостатки выше перечисленного оборудования и обеспечить механизацию на малых АТП, было создано приспособление – тележка с гидравлическим приводом.

Тележка с гидравлическим приводом – это грузоподъемное оборудование, используемое для снятия, транспортировки и подъема агрегатов и узлов, при ремонте автотранспорта и специализируемой техники [5]. Обычно такая тележка закатывается под заранее поднятый автомобиль с помощью гидравлического подъемника, для снятия с него, к примеру, ДВС. По конструкции такие тележки классифицируются: на гидравлические, винтовые, платформенные и ножничные. Оборудование данного типа используется для погрузочно-разгрузочных работ во многих сферах: на складах (для складирования поддонов и штучных грузов); промышленных и ремонтных предприятиях; при обслуживании железнодорожного, водного и наземного транспорта; в домашнем хозяйстве и т.д. [6].

В наше время руководство иностранных компаний и конструкторских бюро также ставят перед собой задачу – механизировать производственные процессы с помощью грузоподъемного гаражного оборудования. Они сходятся во мнении, что оптимальным решением поставленной задачи является гидравлическая тележка, так как она способна выполнять основной перечень работ, связанный с перемещением грузов [7–10].

Несмотря на то, что новое техническое решение способно в большей мере удовлетворить потребности малых АТП, ряд предприятий не может себе позволить такое оборудование по экономическим соображениям [11]. Поэтому нередко можно встретить на таких предприятиях конструкции тележек, изготовленных в «гаражных» условиях.

Проанализировав конструкции гидравлических тележек, имеющих в продажах, и отзывы к ним, также выявили следующие недостатки: излишняя длина и, как следствие, ухудшение маневренности; чрезмерная высота подхвата; отсутствие выдвижной платформы, позволяющей производить загрузку в ТС; высокая цена.

Принимая во внимание недостатки тележек собственного изготовления, имеющих в продажах, отзывы и рекомендации к ним, а также авторские свидетельства патентообладателей [12–15], авторы предложили и спроектировали собственную конструкцию такого оборудования, которая позволила повысить маневренность и технологичность выполнения грузоподъемных работ при проведении технического обслуживания и ремонта автомобилей. Общий вид такого приспособления изображен на рис. 1.

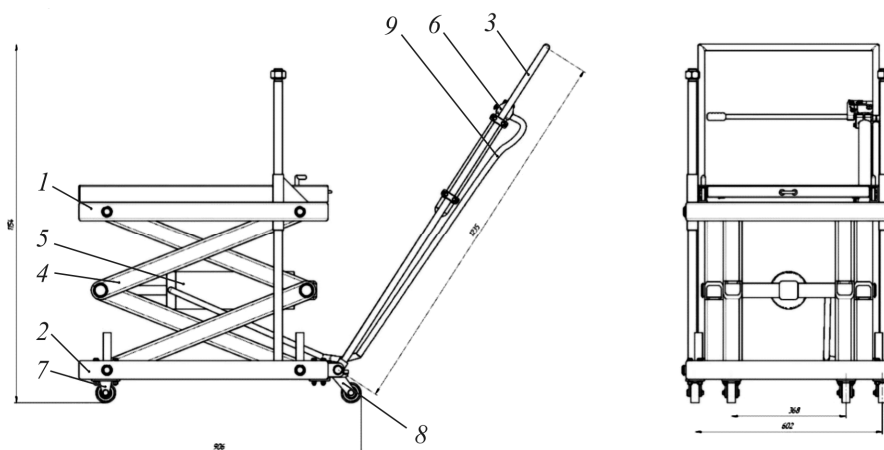


Рис. 1. Чертеж общего вида предлагаемой конструкции: 1 – платформа с выдвижной площадкой; 2 – нижняя рама с направляющими; 3 – ручка; 4 – ножничный механизм подъема; 5 – гидроцилиндр; 6 – гидравлический насос; 7 – переднее колесо; 8 – заднее колесо; 9 – шланг высокого давления

Принцип работы приспособления заключается в следующем: при необходимости поднять платформу 1 в верхнее положение из гидроцилиндра (так как работает на сжатие) 5 масло перекачивается по гибкому шлангу 9 в полость гидронасоса 6, который приводится в действие оператором при помощи ручки 3. При втягивании штока гидроцилиндра 5 в действие приводится ножничный механизм 4, установленный на нижней раме 2. Тележка оснащена колесами 7, 8 для передвижения по производственному участку. Важно заметить, что на нижней раме 2 установлены направляющие, исключающие возможность перекаса конструкции при неравномерном расположении нагрузки на платформе 1.

Далее рассмотрим еще одну составляющую часть предлагаемой конструкции – платформу с выдвижной площадкой (рис. 2). Выдвижная площадка предназначена для выгрузки транспортируемого агрегата в кузов ТС и позволяет беспрепятственно производить погрузку в труднодоступных местах (стесненных условиях), где не представляется возможным расположить тележку точно под снимаемым узлом.

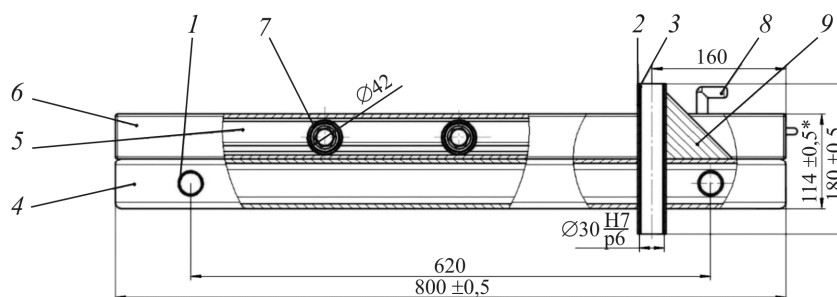


Рис. 2. Платформа с выдвижной площадкой (вид сбоку): 1 – втулка; 2 – втулка направляющей; 3 – подшипник ролика; 4 – рама платформы; 5 – рама площадки; 6 – рельс; 7 – ролик; 8 – стопор; 9 – уголок

Прежде чем произвести выгрузку необходимого агрегата с рамы площадки 5, следует разместить раму платформы 4 на одном уровне с кузовом ТС. После этого оператор вынимает стопор 8 и толкающим движением перемещает раму площадки 5 к необходимому месту. Перемещение рамы осуществляется с помощью роликов 7, которые перекатываются по рельсе 6, установленной на раме платформы 4. Важно помнить о том, что новое положение площадки необходимо фиксировать стопором 8.

На рис. 3 изображен вид спереди платформы с выдвижной площадкой с основными размерами конструкции.

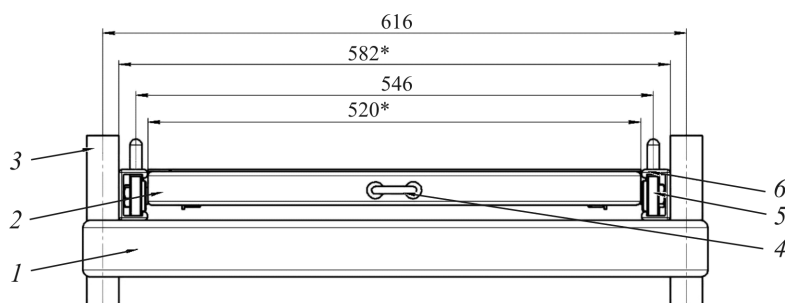


Рис. 3. Платформа с выдвижной площадкой (вид спереди):
 1 – рама платформы; 2 – выдвижная площадка; 3 – направляющие;
 4 – ручка; 5 – ролик; 6 – рельс

После проведения расчетов основных элементов конструкции при помощи программы КОМПАС 3D получили следующие параметры:

1. Выдвижная площадка: принимаем балку квадратного сечения с размером стороны 36 мм. Масса рамы 13,2 кг.
2. Подъемная платформа: принимаем балку квадратного сечения с размером стороны 60 мм. Масса 40,2 кг.
3. Оси крепления верхней платформы: принимаем диаметр 28 мм. Масса 6,4 кг.
4. Балки подъемного механизма: принимаем балку со стороной 60 мм и площадью поперечного сечения 1253 мм². Масса одного метра такой балки 9,84 кг.
5. Оси для балок ножничного механизма: принимаем диаметр 40 мм.

Работа предлагаемой конструкции тележки основана на принципах гидравлики. Поэтому был разработан собственный гидравлический привод (рис. 4).

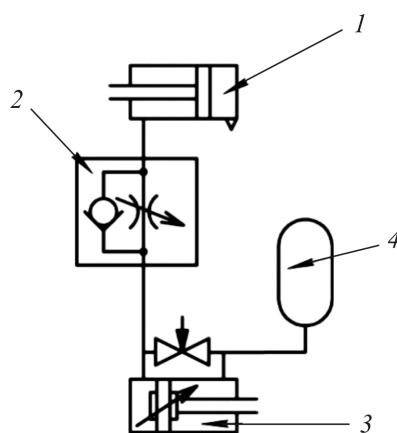


Рис. 4. Схема гидравлического привода: 1 – гидроцилиндр;
 2 – обратный клапан с регулируемым дросселем; 3 – ручной насос;
 4 – гидроаккумулятор

Функционирование привода осуществляется в следующей последовательности: для того чтобы опустить груз, оператор приводит в действие насос 3, с помощью которого масло нагнетается из полости гидроаккумулятора 4 по гибкому шлангу в гидроцилиндр 1. Гидроаккумулятор 4 располагается внутри ручного насоса 3. В случае прорыва гибкого шланга, от резкого падения платформу защищает клапан 2.

Основываясь на проведенных гидравлических расчетах, предлагаем следующие элементы привода: гидроцилиндр ГЦО 1-100×32×230; насос НРГ 7004, емкость бака которого составляет 400 см³; в качестве гидрوليнии выбираем рукав высокого давления 2SN DIN-20022/EN 853, рабочее давление которого 330 бар.

Наглядное демонстрирование результатов разработки проекта обычно представляется в трехмерном изображении. С этой целью была создана собственная 3D-модель предлагаемой конструкции с использованием программы моделирования КОМПАС 3D (рис. 5).



Рис. 5. Грузоподъемное оборудование, разработанное в среде моделирования КОМПАС 3D

С целью обеспечения безопасности и долговечности были предложены рекомендации для проведения ежедневного технического обслуживания, выполнение которых не требует вмешательства высококвалифицированного персонала. Они включают в себя следующий перечень работ: визуальный осмотр оборудования; выявление мест подтеков масла и их ликвидация; проверка установки на холостом ходу – не допустим перекос конструкции, заедание ножничного механизма, рывки при подъеме-опускании платформы с выдвижной площадкой; проверка надежности фиксаторов колес и выдвижной площадки.

Предложенный вариант грузоподъемного оборудования получил свои характеристики: габаритный размер (длина, ширина и высота подъема) 0,9×0,65×0,8 м; грузоподъемность 1000 кг; время подъема 30 с. Проект такого приспособления подразумевает использование в своей конструкции стандартных изделий и простых в изготовлении деталей. Поэтому все комплектующие компоненты – отечественного производства. Это способствует загрузке мощностей машиностроительных предприятий Российской Федерации, что соответствует рекомендациям Правительства РФ, связанным с импортозамещением.

Проект такого технического решения позволяет изготавливать приспособления механизации на собственных базах АТП с задействованием своего рабочего персонала. Это положительно скажется на экономии денежных средств, а также ускорении рабочих производственных процессов.

Список литературы

1. Тойгамбаев С.К. Тележка с гидравлическим подъемником для ТО и ремонта автомобилей // Аспирант и соискатель. – 2012. – № 4. – С. 80–84.
2. Клычков А.А. Современные тенденции развития конструкций гидравлических тележек // Инновационное развитие подъемно-транспортной техники: материалы всерос. науч.-практ. конф. 03–04 окт. 2019 г. – Брянск, 2019. – С. 31–38.
3. Пугин К.Г., Власов Д.В., Шаякбаров И.Э. Разработка грузоподъемного устройства на трактор МТЗ–80 (МТЗ–82) // Дальневосточный аграрный вестник. – 2019. – № 2. – С. 109–118.
4. Кропотова Н.А. Разработка грузовой тележки для облегчения ремонта пожарной техники // NOVAINFO.RU. – 2019. – № 108. – С. 12–13.

5. Воронков А.Л. Подъемник деталей передвижной гидравлический // Молодежь и наука. – 2016. – № 7. – С. 167.
6. Дьяконов В.А., Тебеньков К.А. Роль средств малой механизации на складе воинской части войск национальной гвардии // Тенденции развития материально-технического обеспечения военной организации государства в современных условиях: сборник статей 3-й междунар. науч.-практ. конф., 16 фев. 2017 г. – Пермь, 2017. – С. 213–218.
7. Doli Rani, Nitin Agarwal. Design and fabrication of hydraulic scissor lift // International Journal of Mechanical Engineering. – 2015. – Vol. 5. – P. 81–87.
8. Sabde Abhijit, Jamgekar Rohan. Design and analysis of hydraulic scissor lift by FEA // International Research Journal of Engineering and Technology. – 2016. – Vol. 10. – P. 1277–1292.
9. Hongyu, Ziyi. Design and simulation based on PRO/E for a hydraulic lift platform in scissors type // Procedia Engineering. – 2011. – Vol. 16. – P. 772–781.
10. Gaffar Momin, Rohan Hatti. Manufacturing analysis of hydraulic scissor lift // International Journal of Engineering Research and General Science. – 2015. – Vol. 3. – P. 733–740.
11. Пестриков С.А., Иванов Н.К., Шаякбаров И.Э. Внедрение инновационных решений в сфере транспортных услуг // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2017. – № 5. – С. 157–164.
12. Тележка для перевозки аккумуляторов: пат. Рос. Федерация / Дорошенко Р.В. – № 178597; заявл. 31.08.17; опубл. 11.04.18. Бюл. № 45. – 10 с.
13. Универсальная платформенная тележка: пат. Рос. Федерация / Акопян Г.Г. – № 33757; заявл. 24.06.03; опубл. 10.11.03. Бюл. № 66. – 10 с.
14. Lopez A. Patent U.S. 6,742,768. – 2004.
15. Laforest P. Patent U.S. 7,213,796. – 2007.

References

1. Tojgambaev S.K. Telezhka s gidravlicheskim podemnikom dlja TO i remonta avtomobilej [Trolley with hydraulic lift for maintenance and repair of cars] *Graduate Student and Applicant*, 2012, no. 4, pp. 80-84.
2. Klychkov A.A. Sovremennye tendencii razvitiia konstrukcij gidravlicheskih telezhek [Modern trends in the development of hydraulic bogie designs] *Innovacionnoe razvitie podemno-transportnoj tehniky. Materialy vsrossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii*. Bryansk, 2019, pp. 31-38.
3. Pugin K.G., Vlasov D.V., Shajakbarov I.Je. Razrabotka gruzopodemnogo ustrojstva na traktor MTZ-80 (MTZ-82) [Development of a lifting device for the MTZ-80 tractor (MTZ-82)]. *Far Eastern Agricultural Bulletin*, 2019, no. 2, pp. 109-118.
4. Kropotova N.A. Razrabotka gruzovoj telezhki dlja oblegchenija remonta požarnoj tehniky [Development of a cargo truck to facilitate the repair of fire equipment] *NOVAINFO.RU*, 2019, no. 108, pp. 12-13.
5. Voronkov A.L. Podemnik detalей передвижной гидравлический [Details mobile hydraulic lift] *Youth and Science*, 2016, no. 7, pp. 167.
6. D'jakonov V.A., Teben'kov K.A. Rol' sredstv maloj mehanizacii na sklade vojskoj chasti vojsk nacional'noj gvardii [The role of small-scale mechanization in the warehouse of a military unit of the national guard] *Tendencii razvitiia material'no-tehnicheskogo obespechenija voennoj organizacii gosudarstva v sovremennyh uslovijah. Sbornik stat'ej III mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*, Perm, 2017, pp. 213-218.
7. Doli Rani, Nitin Agarwal. Design and fabrication of hydraulic scissor lift. *International Journal of Mechanical Engineering*, 2015, vol. 5, pp. 81-87.
8. Sabde Abhijit, Jamgekar Rohan. Design and analysis of hydraulic scissor lift by FEA. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2016, vol. 10, pp. 1277-1292.
9. Hongyu, Ziyi. Design and simulation based on PRO/E for a hydraulic lift platform in scissors type. *Procedia Engineering*, 2011, vol. 16, pp. 772-781.
10. Gaffar Momin, Rohan Hatti. Manufacturing analysis of hydraulic scissor lift. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 2015, vol. 3, pp. 733-740.
11. Pestrikov S.A., Ivanov N.K., Shajakbarov I. Je. Vnedrenie innovacionnyh reshenij v sfere transportnyh uslug [Implementation of innovative solutions in the field of transport services] *Izvestiya of the Tula State University. Technical Science*, 2017, no. 5, pp. 157-164.
12. Doroshenko R.V. Telezhka dlja perevozki akumuljatorov [Trolley for transportation of the batteries]. Patent Rossiiskaia Federatsiia no. 178597 (2017).

13. Akopjan G.G. Universal'naja platformennaja telezhka [Universal platform trolley]. Patent Rossiiskaia Federatsiia no. 33757 (2003).
14. Lopez A. Patent U.S. 6,742,768. (2004).
15. Laforest P. Patent U.S. 7,213,796. (2007).

Получено 21.04.20

Об авторах

Пугин Константин Георгиевич (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры «Автомобили и технологические машины» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: 123zzz@rambler.ru), профессор кафедры «Технический сервис и ремонт машин» Пермского государственного аграрно-технологического университета имени академика Д.Н. Прянишникова (614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23).

Власов Даниил Викторович (Пермь, Россия) – студент Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: 77599170297000@mail.ru).

About the authors

Konstantin G. Pugin (Perm, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Automobiles and Technological Machines, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: 123zzz@rambler.ru), Professor, Department of Technical Service and Repair of Machines, Perm State Agrarian University of Technology named after Academician D.N. Pryanishnikov (23, Petropavlovskaya st., Perm, 614990, Russian Federation).

Daniil V. Vlasov (Perm, Russian Federation) – Student, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: 77599170297000@mail.ru).