

**Тойгамбаев С.К.****Передвижная установка для ремонта ступиц колес тракторов и автомобилей***РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева  
(Россия, Москва)**doi: 10.18411/lj-07-2019-82**idsp: ljjournal-07-2019-82***Аннотация**

В статье представлена разработанная тележка для снятия и установки ступиц колес тракторов и автомобилей при их техническом обслуживании и ремонте, что позволяет качественно и в сжатые сроки провести монтаж и демонтаж ступиц, устранить обнаруженные неисправности и произвести замену или ремонт.

**Ключевые слова:** тележка; трактор; автомобиль; ступица.

**Abstract**

The article presents the developed trolley for removal and installation of wheel hubs of tractors and cars in their technical service and repair, which allows high quality and in a short time to carry out the installation and dismantling of hubs, to eliminate the detected faults and make a change or repair.

**Key words:** truck; tractor; car; hub.

Обоснование конструкторской разработки. При эксплуатации тракторов и автомобилей особое значение имеет исправность тормозной системы. От ее надежности работы зависит безаварийное эксплуатирование транспорта. Состояние тормозной системы контролируют при проведении как ТО-1, так и ТО-2. Кроме того, через одно ТО-2 дополнительно к операциям технического обслуживания обязательно производится снятие ступиц передних и задних колес в сборе с тормозными барабанами, очистка всех видов деталей и проверка состояния фрикционных накладок, стержневых пружин, тормозных цилиндров и подшипниковых ступиц. При необходимости производится замена пружин, манжетов цилиндров, замена накладок, различная регулировка тормозов: полная, частичная; расточка тормозных барабанов. Для выполнения операций по снятию и установки тормозных барабанов в сборе со ступицей приходится привлекать не менее двух рабочих, так как снять, а тем более установить ступицу в сборе с тормозным барабаном одному рабочему невозможно. При снятии составных частей, сборочных единиц и деталей, связанных с большими затратами физических усилий или неудобствами в работе, следует применять приспособление, обеспечивающее легкость и безопасность выполняемых работ. С этой целью в данной работе предлагается разработка конструкции тележки для снятия, транспортировки и установки тормозных барабанов в сборе со ступицей для автомобилей.

Описание устройства и принцип работы конструкции. Тележка для снятия, установки и транспортировки ступиц в сборе с тормозным барабаном представлена на листе графического материала и состоит из: рамы, сварной конструкции; двух гидроцилиндров; гидронасоса; платформы; двух опор, которые служат для укладки ступиц; двух передних колес и одного заднего заправляемого колеса. К общей раме приварены рукоятки с поперечиной для транспортировки тележки. Опоры имеют возможность регулироваться по высоте в пределах 130 мм, что необходимо для центрирования ступицы с осью поворотной цапфы при её установке. Принципиальная схема тележки для снятия и установки ступиц представлена на рисунке 1. Подъем и опускание платформы осуществляется за счет давления масла, создаваемого гидронасосом, и гидроцилиндрами, закрепленными на раме тележки. Для фиксирования ступицы колеса на раме предусмотрены две фиксирующие опоры, предотвращающие падение ступицы с тележки. Передние колеса смонтированы на двух осях, прикрученных к накладкам рамы гайками. Заднее колесо конструктивно выполнено управляемым. Оно смонтировано на поворотном пальце, который посредством упорного подшипника

крепится к кронштейну, приваренному к раме. Конструкция работает следующим образом. Вывешивается передняя часть автомобиля, отворачиваются гайки крепления ступицы к оси.

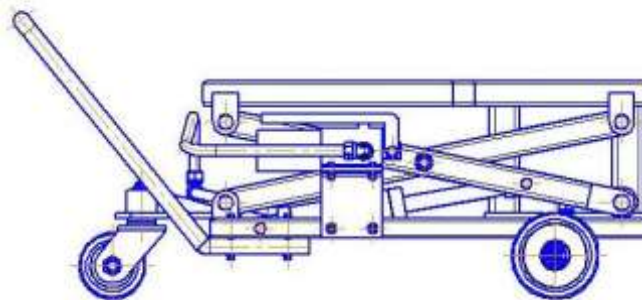


Рис. 1 Тележка для снятия и установки ступиц

Под ступицу подкатывается тележка. Механизмом подъема подводим опоры под наружную часть ступицы автомобиля. Ступицы в сборе с тормозным барабаном снимаются с оси вручную или с помощью съемников. Далее ступицу подвергают ремонту непосредственно на площадке или транспортируют в мастерскую, где производят необходимый ремонт. При установке ступицы её предварительно центрируют механизмом подъема и установочной осью и после этого накатывают на тележку на ось поворотной цапфы. После установки ступицы на место тележка убирается, предварительно опустив опоры. Далее осуществляются операции по креплению ступицы на оси цапфы.

#### Расчет основных узлов и деталей разработанной конструкции

Расчет механизма подъема. Усилие на шток определяется из уравнения моментов относительно точки крепления [1]:

$$F_{ш} = \frac{G_r \cdot L + G_c \cdot b}{c \cdot n} = \frac{0,073 \cdot 0,78 + 0,058 \cdot 0,0365}{0,018 \cdot 2} = 1,64 \text{ кН}, \quad (1)$$

где  $G_r = 0,073$  – масса груза (ступица автомобиля КамАЗ в сборе с тормозным барабаном), т;  $G_c = 0,058$  – суммарная масса подъемной и подвижных платформ, т;  $L = 0,78$  – длина подвижной платформы в сложенном состоянии, м;  $b$  – расстояние от места крепления подвижной платформы к раме до центра тяжести, м;  $c$  – расстояние от места крепления подвижной платформы к раме до места крепления штока гидроцилиндра, м;  $n$  – количество гидроцилиндров, шт.

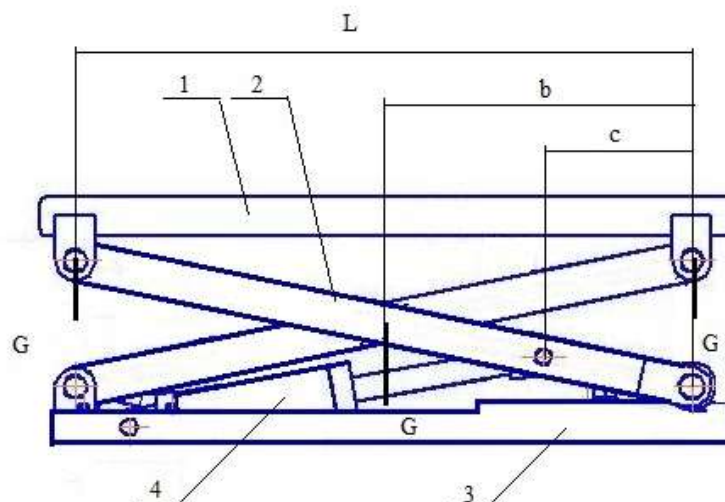


Рис. 2 Механизм подъема тележки. 1- платформа подъемная; 2- платформа подвижная; 3- рама; 4- гидроцилиндр

Условие прочности подвижной платформы на прямой поперечный изгиб имеет вид [2]:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{X\max}}{W_X} \leq [\sigma], \quad (2)$$

где  $M_{X\max}$  – наибольший изгибающий момент, Н·м;  $W_X$  – момент сопротивления сечения подвижной платформы при изгибе, м<sup>3</sup>;  $[\sigma] = 160$  – допустимое напряжение на изгиб подвижной платформы, изготовленной из конструкционной стали, МПа.

$$\begin{aligned} M_{X\max} &= F_{ш} \cdot L - c = 1640 \cdot 0,78 - 0,18 = 984 \text{ Н·м.} \\ W_X &= M_{X\max} / [\sigma] = 984 / 160 \cdot 10^6 = 6,15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 6,15 \text{ см}^3. \end{aligned} \quad (3)$$

По табличным значениям [10] для изготовления подвижной опоры выбираем трубу прямоугольную со сторонами равными 40 x 60 мм, толщиной стенки 4 мм, площадью сечения 7,17 см<sup>2</sup>, моментом сопротивления 11,5 см<sup>3</sup>, ГОСТ 8645-97. Определяем напряжение подвижной платформы в месте крепления гидроцилиндра:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{X\max}}{W_X} = \frac{1640}{11,5 \cdot 10^{-6}} = 143 \text{ МПа.}$$

Проверим условие прочности из условия, что  $\sigma_{\max} < [\sigma]$ : 143 МПа < 160 МПа  
Условие выполняется.

Рассчитаем диаметр пальцев, необходимых для закрепления гидроцилиндра к раме и подвижной платформе. Материал пальца – сталь 35.

Требуемый диаметр пальца  $d_n$  определяют по формуле [1, 2]:

$$d_n \geq \sqrt[3]{\frac{M_u}{0,1[G_u]}}, \quad (4)$$

где  $M_u$  – момент изгибающий;  $[G_u] = 200 \text{ МПа} = 200 \text{ Н/мм}^2$  – допускаемые напряжения при изгибе.

$$M_u = P \cdot h, \quad (5)$$

где  $P = F_{ш}$  – сила, с которой шток действует на палец ( $P = 1640 \text{ Н}$ );  $h = 56 \text{ мм}$  – плечо (расстояние от рамы до центра пальца).

$$d_n \geq \sqrt[3]{\frac{1640 \cdot 56}{0,1 \cdot 200}} = 16,6 \text{ мм.}$$

Принимаем  $d_n = 16,6 \text{ мм}$ .

**Расчет оси переднего колеса.** Упрощенно ось переднего колеса можно представить как балку, жестко закрепленную с одной стороны и с приложенной к ней силой  $Q$ , распределенной нагрузкой, равной 1/4 веса тележки без колес, полностью груженой.

$$Q = 0,25 \cdot (0,52 + 11 + 4,6 + 5,5 + 10,4 + 1,56 + 4,5 + 0,58 + 2,45 + 10 + 100) = 0,25 \cdot 151 = 37,75 \text{ кг} = 378 \text{ Н.}$$

Рассчитываем эпюру изгибающих моментов справа ( $\pm$ )

$$0 \leq x \leq 0,069; M = Q \cdot X; M_0 = 0; M_{0,069} = 378 \cdot 0,069 = 26,1 \text{ Н·м.}$$

Определяем диаметр оси в опасном сечении:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_u}{0,1[G_u]}}, \quad (6)$$

где  $[G_u]$  – допускаемое напряжение на изгиб, для не вращающейся оси,  $[G_u] = 157 \text{ МПа}$ .

$$d = \sqrt[3]{\frac{26,1}{0,1 \cdot 157}} = 0,012 \text{ м} = 12 \text{ мм.}$$

Исходя из конструктивных соображений, с целью универсальности тележки при перевозке грузов различной тяжести (до 2000 Н), принимаем диаметр оси равным 25 мм, а в опасном сечении - 36 мм.

Проверяем ось диаметром 25 мм на срез:

$$\tau_c = \frac{F}{Z(\pi \cdot d^2 / 4)} \leq [\tau_c], \quad (7)$$

где  $\tau_c$  - расчетное напряжение на срез;  $F$  - сила, действующая перпендикулярно оси,  $F = 378$  Н;  $Z$  - количество плоскостей среза,  $Z = 1$ ;  $d$  - диаметр оси,  $d = 0,025$  м;  $[\tau_c]$  - допускаемое напряжение на срез  $[\tau_c] = 35$  МПа.

$$\tau_c = \frac{378}{1(3,14 \cdot 0,025^2 / 4)} = 7,7 \text{ МПа} \quad \text{., тогда } 7,7 \text{ МПа} < 35 \text{ МПа.}$$

Условие выполняется, т.е. прочность оси при срезе выше требуемой.

**Расчет оси заднего колеса.** Упрощенно ось заднего колеса можно представить как балку, жестко закрепленную с двух сторон и приложенной силой  $P$  по середине балки.  $P = 0,5 \cdot 151 = 75,5$  кг = 755 Н.

Определяем диаметр оси в опасном сечении:

$$d = \sqrt[3]{\frac{23,4}{0,1 \cdot 157}} = 0,011 \text{ м} = 11 \text{ мм.}$$

Исходя из конструктивных соображений с целью универсальности тележки при перевозке грузов различной тяжести (до 2000 Н) принимаем больший диаметр и равный 25 мм.

**Расчет на прочность сварного шва.** Наиболее нагружен сварной шов, который крепит кронштейн заднего колеса к нижней балке. Этот шов угловой, комбинированный. Произведем его проверочный расчет.

$$\tau'_c = \frac{F}{0,7 \cdot R \cdot (\ell_1 + 2 \cdot \ell_2)} \leq [\tau'_c], \quad (8)$$

где  $\tau'_c$  - расчетное напряжение среза в шве;  $\ell_1, \ell_2$  - соответственно длина длинного и короткого швов, м;  $R$  - катет поперечного сечения шва, в данном случае  $R = 0,004$  м.  $[\tau'_c]$  - допустимое напряжение на срез шва.

$$\tau'_c = \frac{755}{0,7 \cdot 0,004 \cdot (0,1 + 2 \cdot 0,04)} = 1,5 \text{ МПа.} \quad (9)$$

$$[\tau'_c] = 0,6 [\sigma_p]$$

Для стали 3  $[\sigma_p] = 70$  МПа.

$[\tau'_c] = 0,6 \cdot 70 = 42$  МПа.

$\tau'_c = 1,5$  МПа <  $[\tau'_c] = 42$  МПа - условие выполняется, т. е. прочность шва выше требуемой.

**Определение подачи насоса и параметров гидравлической системы.** Зная значение силы, приложенной к штоку гидроцилиндра, и рабочее давление гидроцилиндра ( $F_{ш} = 1,64$  кН), находим площадь поперечного сечения гидроцилиндра ( рабочее давление 3,3 МПа).

$$S_u = \frac{F}{P} = \frac{1,64 \cdot 10^3}{3,3 \cdot 10^6} \cdot 10^2 = 497 \text{ мм}^2 = 4,97 \text{ см}^2. \quad (10)$$

тогда диаметр гидроцилиндра составит:

$$D_u = \sqrt{\frac{4S_u}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 497}{3,14}} = 2,5 \text{ см.} \quad (11)$$

Согласно табличным данным [1,2], диаметр гидроцилиндра принимаем ДП=40 мм. Тогда площадь гидроцилиндра составит:

$$S_u = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 40^2}{4} = 1256 \text{ мм}^2 = 12,56 \text{ см}^2. \quad (12)$$

Диаметр штока равен:

$$d_{ш} = 0,5 \cdot ДП = 0,5 \cdot 40 = 20 \text{ мм}. \quad (13)$$

Площадь штока равна:

$$S_{ш} = \frac{\pi \cdot d_{ш}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} = 314 \text{ мм}^2 = 3,14 \text{ см}^2. \quad (14)$$

Подача насоса определяется из условия перемещения подъемной платформы на высоту до 890 мм за 15 с. Таким образом, подача насоса должна составлять:

$$G = V/t, \quad (15)$$

где  $V$  – объем заполняемой полости, м<sup>3</sup>;  $t$  – время заполнения полости, мин.

$$G = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4 \cdot t}, \quad (16)$$

где  $D$  – диаметр гидроцилиндра,  $D = 40$  мм;  $L$  – ход штока,  $L = 250$  мм.

$$G = \frac{3,14 \cdot 40^2 \cdot 250}{4 \cdot 15} = 20933 \text{ мм}^3/\text{с} = 20,93 \text{ см}^3/\text{с}.$$

Для выбранного гидроцилиндра марки ГЦ 40.20x250.11 подбираем ручной гидронасос ДРА-3.5 с объемом гидробака 3500 см<sup>3</sup> со следующими характеристиками:

- полезный объем бака 3000 см<sup>3</sup>; – масса 11,5 кг.;
- производительность за один ход 31 см<sup>3</sup>.

Минимальный внутренний диаметр трубопровода для жидкости определяется по формуле [1]:

$$d_p = \sqrt{\frac{4Q}{\pi[v]}}, \quad (17)$$

где  $Q$  – расчётный объёмный расход жидкости в трубопроводе, см<sup>3</sup>/с;

$v$  – допустимая скорость движения жидкости, см/с.

Допустимая скорость движения жидкости в нагнетательном трубопроводе гидропривода выбирается по нормативным данным [1], в зависимости от расчётного перепада давления  $P$  на исполнительном органе привода ( $v = 30$  см/с).

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 20,93}{3,14 \cdot 30}} = 0,94 \text{ см} = 9,4 \text{ мм}.$$

Согласно расчётам выбираем армированный шланг с внутренним диаметром 10 мм.

### Выводы

1. На основании проведенного обзора существующих конструкций тележек для перевозки грузов предложена конструкция гидравлической тележки для снятия и установки ступиц колес, позволяющая снять и установить ступицу колеса в сборе одному человеку без существенных затрат физической силы.

2. Произведен расчет гидравлической системы тележки, подобраны соответствующие элементы гидравлической системы, а также рассчитаны элементы конструкции гидравлической тележки для снятия и установки ступиц колес.

### Summary

1. On the basis of the review of the existing structures of TV-ZHEK for transportation of goods the design of the hydraulic cart for removal and installation of wheel hubs, allowing to remove and install the wheel hub Assembly to one person without significant costs of physical force.

2. The calculation of the hydraulic system of the trolley is made, the corresponding elements of the hydraulic system are selected, and the elements of the design of the hydraulic trolley for removing and installing the wheel hubs are calculated.

\*\*\*

1. Ерохин М.Н., Карп А.В. и др. Проектирование и расчет подъемно-транспортных машин сельскохозяйственного назначения / М.Н.Ерохин, А.В.Карп, Н.А. Выхребенцев и др.- М.: Колос, 1999.- 228 с.
2. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий. – М.: Агропромиздат, 1990. – 352 с.
3. Черноиванов В.И., Горячев С.А., Голубев И.Г. Техническое обслуживание, ремонт и обновление сельскохозяйственной техники в современных условиях. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 148 с.
4. Тойгамбаев С.К. Применение инструментальных материалов при резании металлов. Учебное пособие для ВУЗов./ -М.: РИО МГУП, 2007, -214с.
5. Тойгамбаев С.К., Шнырев А.П., Голиницкий П.В. Метрология. Стандартизация. Сертификация. Учебник для ВУЗов. М.: Изд. Спутник+, 2017–375с.
6. Тогамбаев С.К., Голиницкий П.В. Размерный анализ бронзовых подшипников скольжения при обжатии//Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2013. № 2. С. 58-60.
7. Голиницкий П. В., Вергазова Ю. Г., Антонова У. Ю. Разработка процедуры управления внутренней документацией для промышленного предприятия//Компетентность. 2018. № 7 (158). С. 20-25.
8. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Расчет затрат на контроль технологических процессов ремонтного производства // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2004. № 5. С. 75-77.
9. Леонов О.А. Теоретические основы расчета допусков посадок при ремонте сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2010. № 2. С. 106-110.

**Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А.**

**Проектировка участка технического обслуживания машинно-тракторного парка  
в ООО «Карасукский» Костанайской области**

*РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева  
(Россия, Москва)*

*doi: 10.18411/lj-07-2019-83*

*idsp: ljjournal-07-2019-83*

#### **Аннотация**

В статье представлена разработанная схема технического обслуживания и диагностирования МТП, что позволяет качественно и в сжатые сроки провести диагностику и ТО техники, устранить обнаруженные неисправности и дать оценку о дальнейшей пригодности машины к эксплуатации

**Ключевые слова:** техническое обслуживание; техническая готовность; трактор; автомобиль; техническая эксплуатация.

#### **Abstract**

The article presents the developed scheme of technical maintenance and diagnosis of MTP, which allows you to qualitatively and in a short time to diagnose and THEN equipment, to eliminate the detected irregularities and to assess the further suitability of the machine for operation

**Keywords:** maintenance; technical readiness; tractor; car; maintenance.

Техническое обслуживание МТП, а также устранение возникающих в процессе эксплуатации неисправностей, связанных с разборкой узлов и агрегатов, должны проводиться в мастерской или в пункте технического обслуживания на специально оборудованном для этого рабочем месте. Только в этом случае можно обеспечить необходимое качество выполнения работ при наименьших материальных и трудовых затратах. В данной статье не предоставлены расчеты по периодичности, трудоемкости