

УДК 621. 629.3; 669.54. 793

**Тойгамбаев С.К. Ремонт передней оси автомобиля Камаз в автотранспортном предприятии**

**Repair of the front axle of a Kamaz automobile in a motor transport enterprise**

**Тойгамбаев С.К.**

к.т.н, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязев.

Toigonbaev S. K.

PhD, Professor, Department of technical operation of technological machinery and equipment of environmental engineering, doctor of Russian state agrarian University – MTAА named after K. A. Timiryazev.

*Аннотация.* В статье представлены расчеты по ремонту передней оси автомобиля Камаз, принципиальная схема и некоторые расчеты по совершенствованию для ремонта передней оси грузовых автомобилей, автобусов, а также многоосных и полноприводных автомобилей с осевой нагрузкой до 15000 кг.

*Ключевые слова:* шкворень; передняя балка; выпресовка; ремонт.

*Abstract.* The article presents calculations for the repair of the front axle of a Kamaz automobile, a schematic diagram and some advanced calculations for repairing the front axle of trucks, buses, as well as multi-axle and four-wheel drive vehicles with an axial load of up to 15,000 kg.

*Keywords:* pin; front beam; grazing; repairs.

В АТП ремонт передней оси автомобиля КАМАЗ производится силами самого предприятия. Рассмотрим весь процесс ремонта.

**Конструктивные особенности передней оси автомобилей КАМАЗ.** Передняя ось является основной частью передней подвески и совместно со ступицами, колесами и рулевой трапецией обеспечивает управление автомобилем. Она состоит из балки швеллерного сечения, двух поворотных кулаков вильчатого типа, двух цилиндрических шкворней и рулевой трапеции. Передняя ось представляет собой сложный агрегат, влияющий на безопасность движения автомобиля. Техническая характеристика передней оси автомобилей КамаЗ: продольный наклон шкворня относительно рамы  $2^{\circ}40'$ ; поперечный наклон шкворня  $8^{\circ}$ ; максимальный угол поворота передних колес  $45^{\circ}$ ; развал колес  $1^{\circ}$ ; размер обода колеса 178-508 мм; допустимая нагрузка на одинарную шину 22500 Н, на двоянную шину -20500 Н; допустимый дисбаланс ступицы с тормозным барабаном в сборе не более  $0,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ; допустимый дисбаланс колеса с шиной в сборе не более  $0,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ; допустимый зазор между шкворнем и втулкой не более 0,25 мм.

**Дефекты деталей переднего моста и способы их устранения.** Поступившие

в капитальный ремонт передние мосты подвергаются очистке, мойке и разборке на детали. Передняя ось и поворотные кулаки в разобранном виде представлены на рисунок 1. Детали подвергаются мойке, обезжириванию и дефектации. Основными дефектами балки переднего моста являются изгиб и скручивание балки, износ поверхностей отверстий под шкворень, под клин шкворня, под стремянки крепления рессор. Возможные неисправности передней оси и способы их устранения представлены в таблице 1

Возможные неисправности передней оси и способы их устранения.

Внешние проявления и неисправности	Возможные причины неисправностей	Способ устранения неисправностей
Ухудшение устойчивости автомобиля при движении	Нарушена балансировка Недостаточное или неравномерное давление воздуха в шинах Люфт в подшипниках ступиц и неправильная затяжка гаек крепления колес к ступицам	Произвести балансировку колес с шинами в сборе Довести давление воздуха в шинах до нормы Произвести регулировку подшипников ступиц колес и затяжку гаек
Износ протектора шин	Не производилась перестановка колес Неправильно отрегулировано схождение колес	Произвести перестановку шин по схеме их перестановки Произвести регулировку схождения колес

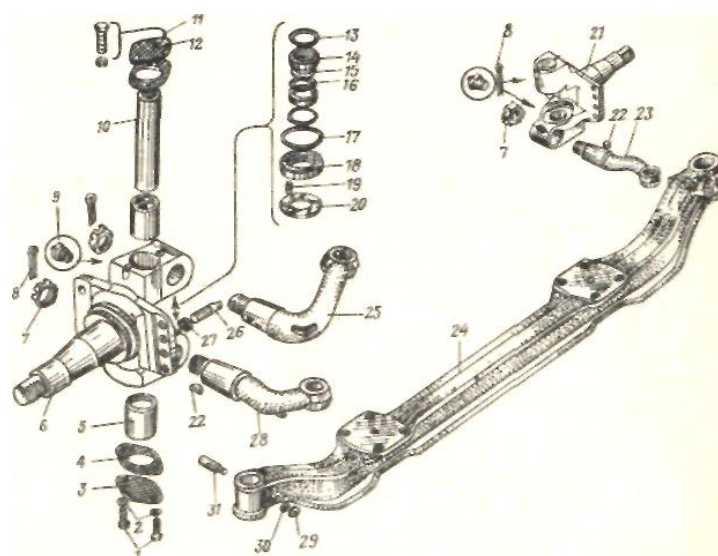


Рисунок 1 Передняя ось и поворотные кулаки в разобранном виде

1- болты; 2, 30 -пружинные шайбы; 3 -нижняя крышка поворотного кулака; 4-прокладка крышки; 5 -штука шкворня; 6 -ось левого поворотного кулака;  
7 -гайка; 8-разводной шплинт; 9-масленка; 10-шкворень; 11-болт; 12-верхняя крышка поворотного кулака; 13-уплотнительное кольцо; 14-обойма сальника; 15-сальник; 16-регулирующая шайба; 17-верхнее кольцо подшипника; 18-опорный подшипник; 19-штифт; 20-нижняя шайба опорного подшипника; 21-поворотный правый кулак с осью; 22-сегментная шпонка; 23, 28-рычаги поворотного кулака, соединяющиеся с тягой рулевой трапеции; 24-балка передней оси; 25-рычаг поворотного кулака, соединяющийся с тягой сошки рулевого механизма; 26-упор поворотного кулака; 27, 29-контргайки упора; 31-клин шкворня

При наличии трещин и отколов любого характера балка переднего моста бракуется. До проверки и правки на балке зачищаются забоины на торцах отверстий под шкворень и площадках под рессоры. Значения изгиба и скручивания проверяются на специальном стенде. Допустимый прогиб в горизонтальной плоскости  $\pm 1,5^\circ$ , в вертикальной плоскости  $\pm 3^\circ$ . Допустимое скручивание равно  $\pm 1,5^\circ$ . Балка переднего моста правится на прессе в холодном состоянии. Восстановление исходного значения диа-

метра обеспечивается постановкой дополнительных ремонтных втулок. Для этого растачивается отверстие и в него запрессовывается втулка таким образом, чтобы радиусная канавка совпала с отверстием под клин. Запрессованные втулки растачиваются под размер рабочего чертежа. Торец бобышек подрезается с двух сторон. Изношенные поверхности отверстий под клин шкворня обрабатываются под ремонтный размер и устанавливается клин ремонтного размера. Дефекты поворотной цапфы могут проявляться в виде износа конусных отверстий под рычаги, износа проушин под бобышку балки переднего моста, повреждения резьбы под гайку, износа шеек под подшипники, износа поверхностей отверстий во втулках шкворня. При наличии обломов и трещин любого характера поворотные цапфы бракуются.

**Разработка приспособления для выпрессовки шкворней передней балки автомобиля КамАЗ. Устройство и работа приспособления.** Для снижения трудоемкости процесса ремонта передней балки автомобиля, в дипломном проекте предлагается установка для выпрессовки шкворней. Особенностью данного приспособления является то, что при замене шкворней передняя балка может не сниматься с автомобиля. Это позволяет уменьшить трудоемкость и время процесса ремонта, и обеспечить безопасность людей. Приспособление представляет собой сложную металлоконструкцию в состав которого входит сварное основание в виде рамы, на которой крепится гидропривод, состоящий из электродвигателя соединенного с насосом через муфту, резервуар для заливки масла, распределителя перепускных клапанов и гидроцилиндра. К раме крепится кронштейн, удерживающий гидроцилиндр и приспособление для зажима балки автомобиля. Данное приспособление может передвигаться по поверхности, так как к раме крепятся колеса рис. 2.

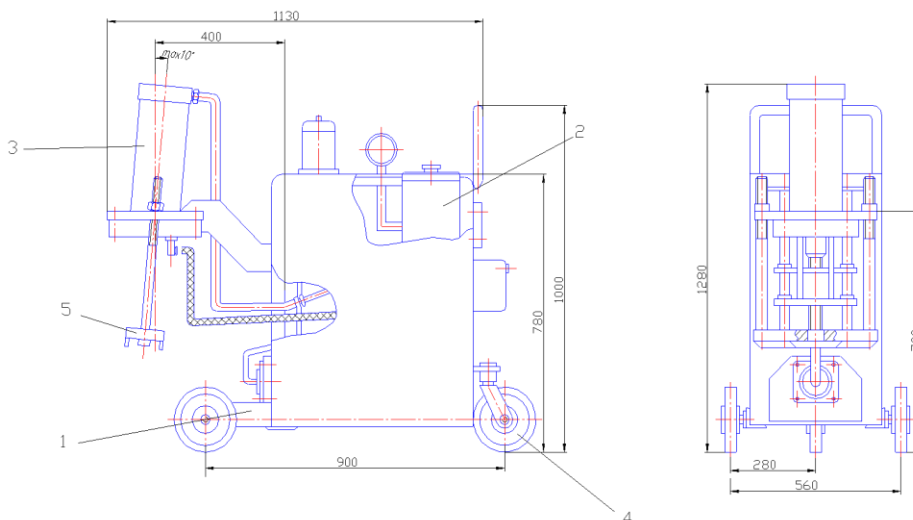


Рисунок 2. Приспособление для выпрессовки шкворней передней балки автомобиля

1 - рама, 2 - гидробак, 3 - гидроцилиндр, 4 - колеса, 5 - шток.

Приспособление работает следующим образом: Оператор закрепляет балку автомобиля так, чтобы шток гидроцилиндра находился над верхней частью шкворня. Управление гидроцилиндром происходит при помощи рычага. Рычаг связан с распределителем. Электродвигатель вращает насос. Насос забирает жидкость из гидробака и создает давление в нагнетательной полости гидроцилиндра. Поворачивая рычаг оператор открывает клапана в распределителе, и жидкость поступает в гидроцилиндр. Шток гидроцилиндра выдавливает шкворень. Для предохранения гидросистема имеет предохранительные клапана, которые срабатывают при превышении давления и сливают жидкость обратно в гидробак. При помощи элек-

тротора гидроцилиндр может двигаться в вертикальном положении относительно рамы. Схема гидросистемы представлена на рисунке 3.

Расчёт режимов движения жидкости в масляных каналах проектируемого стенда. Режим движения жидкости оценим по критерию Рейнольдса:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} \quad (1)$$

где  $V$  - скорость движения жидкости, м/с;  $d$  - диаметр трубы, м  $d = 0,01$ м;

$\nu$  - кинематический коэффициент вязкости (при  $t=80$ С),  $\nu = 5 \cdot 10^{-7}$ .

Турбулентный режим движения жидкости возникает при  $Re \geq 13800$ .

Определяем скорость движения жидкости.

$$V = \frac{Q}{S} \quad (2)$$

где  $Q$  - производительность насоса,  $0,0003 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $S$  - площадь сечения трубы,  $\text{м}^2$ .

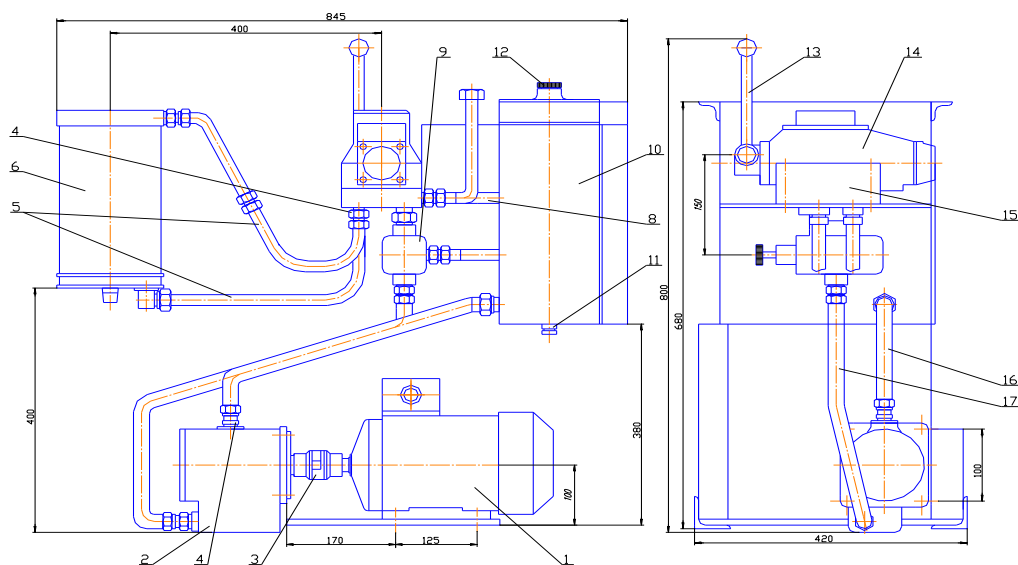


Рисунок 3 Схема гидросистемы приспособления

1-электродвигатель, 2-насос, 3- муфта, 4-штуцер, 5,7,8,16,17-шланги, 6-гидроцилиндр, 9- предохранительные клапана, 10-гидробак, 11-сливная пробка, 12-заливная горловина с шупом, 13-рычаг, 14-распределитель.

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,0000785 = 7,85 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

$$V = \frac{0,0003}{7,85 \cdot 10^{-5}} = 3,82 \text{ м/с}; \quad Re = \frac{3,82 \cdot 0,01}{5 \cdot 10^{-7}} = 76433$$

Режим движения жидкости в масляных каналах проектируемого стенда для выпрессовки шкворней передней балки автомобилей – турбулентный, т.к.  $76433 > 13800$ . Это позволит эффективно выполнять выпрессовку шкворней

Расчет гидроцилиндра. Для подбора силового цилиндра необходимо подсчитывать максимальное усилие распрессовки соединения. Это усилие может быть определено по формуле:

$$P = v \times \Pi \times d \times L \times \rho \times R_{p1}, \quad (3)$$

где  $\rho$  - усилие распресовки соединения;  $v$  - коэффициент трения сопрягаемых поверхностей (0,06...0,22);  $L$  - длина запрессовки;  $\rho$  - напряжение сжатия на поверхностях;  $R_p$  - коэффициент запаса распресовки, равный 1,2...2;  $d$  - диаметр сопрягаемых деталей.

Величину напряжения сжатия можно определить из выражения:

$$\rho = \delta / (C_1/E_1 + C_2/E_2) \times d, \quad (4)$$

где  $\delta$  - расчетный натяг;  $E_1$  и  $E_2$  - модули упругости материалов соответственно охватываемой и охватывающей деталей;  $C_1$  и  $C_2$  - коэффициенты, учитывающие форму сопрягаемых деталей.

Эти коэффициенты могут быть определены по формулам:

$$C_1 = d_2 + d_1 / d^2 + d_1^2 - M_1, \quad (5)$$

$$C_2 = d_2^2 + d^2 / d_2^2 + d^2 + M_2, \quad (6)$$

где  $d_1$  и  $d_2$  - соответственно диаметр центрального отверстия пусто тельного вала и наружный диаметр охватывающей втулки;  $M_1$  и  $M_2$  - коэффициенты Пуассона для материалов охватываемой и охватывающей деталей.

Для проведения расчетов применимы наибольший диаметр сопрягаемых поверхностей  $d = 100$  мм, отверстие в вале нет,  $d_1 = 0$ ; наружный диаметр охватывающей втулки  $d_2 = 300$  мм.

Коэффициент Пуассона для стали 40 равным  $M_1 = M_2 = 0,28$ .

Получим:  $C_1 = 0,1^2 / 0,12 - 0,28 = 0,72$ ;

$$C_2 = 0,09 + 0,01 / 0,09 - 0,01 + 0,28 = 0,1 / 0,08 + 0,28 = 1,53.$$

Для стали модули упругости равны:

$$E_1 = E_2 = 2,1 \times 10^6 \times 10 \times 10^4 = 2,1 \times 10^{11} \text{ Па} = 2,1 \times 10^{11} \text{ Н / м}^2,$$

Тогда при кг / см<sup>2</sup> расчетном натяге 0,1.  $13,5 \times 10^{-4}$  м получим:

$$\rho = 13,5 \times 10^{-4} / (0,72 / 2,1 \times 10^{11} + 1,53 / 2,1 \times 10^{11}) \times 0,1 = 6 \times 10^8 \text{ Н / м}^2.$$

Усилие распресовки будет равно:

$$\rho = 0,2 \times 0,1 \times 3,14 \times 0,08 \times 6 \times 10^8 \times 1,75 = 5,59 \times 10^7 \text{ Н}$$

По рассчитанному максимальному усилию распресовки можно подобрать необходимый силовой цилиндр.

Примем максимальное давление рабочей жидкости, которое способно обеспечить шестеренчатый насос равным 215 МПа ( $215 \times 10^6 \text{ Н / м}^2$ ), тогда площадь сечения цилиндра должна быть равна следующей величине:

$$F_{\text{цил.}} = P / q, \quad (7)$$

где  $q$  - давление рабочей жидкости.

$$F_{\text{цил.}} = 5,59 \times 10^7 / 215 \times 10^6 = 0,26 \text{ м}^2 \approx 26 \times 10^3 \text{ мм}^2.$$

Диаметр рабочего цилиндра можно посчитать по выражению:

$$F_{\text{цил.}} = P \times d^2 / 4, \quad (8)$$

$$\text{Откуда} \quad d = \sqrt{4 \times F_{\text{цил.}} / \Pi}, \quad (9)$$

$$d = \sqrt{4 \times 26 \times 10^3 / 3,14} = 181,9 \text{ мм.}$$

*Расчет сварного соединения стойки с рамой.* Это соединение нагружено растягивающим усилием, которое возникает в результате действия изгибающего момента, создаваемого массой силового цилиндра, массой прижимной лапой и их цилиндров, а также массой детали, удерживаемой лапками съемника.

Допускаемое усилие при растяжении может быть подсчитано по формуле:

$$P_1 = [\delta]'_p \ell S, \quad (10)$$

где  $\ell$  - длина шва;  $S$ , - толщина стыкуемых элементов;  $[\delta]'_p$  - допускаемое напряжение для сварного шва.

При длине шва, равной тройной ширине швеллера (120 мм) и толщине 5 мм, при допущенном напряжении для электрода типа 742, равном  $0,9 \times 420$  МПа, получим:  $P_1 = 0,9 \times 420 \times 10 \times 0,36 \times 0,005 = 6804$  Н.

Схема действия сил на сварной шов:  $R = 1600 \times 0,7 / 0,12 \times 2 = 4666$  Н

Данное сварное соединение выдержит приложенную нагрузку.

*Расчет сварного соединения ушка, приложенной лапки гидроцилиндра.* Сварной шов в месте закрепления ушка к цилиндру работает на срез. Допустимая нагрузка, которую может выдержать этот шов может быть определена по формуле:

$$F = 2 \beta \times K \times \ell [\tau]_{ср}, \quad (11)$$

где  $\beta$  - коэффициент, характеризующий глубину проплавления,  $= 0,7$ ;

$R$  - катет шва;  $\ell$  - длина шва;  $[\tau]_{ср}$  - допускаемое напряжение среза материала шва, Н/мм<sup>2</sup>.

При тавровом соединении выполняемым ручкой дуговой сваркой  $[\tau]_{ср} = 0,6 [\sigma_p]$ , при выполнении соединения электроде тали типа Э 42 разрывное напряжение  $[\sigma_p] = 420$  Н/мм<sup>2</sup>, поэтому  $[\tau]_{ср} = 0,6 \times 420 = 252$  Н/мм<sup>2</sup>.

Отсюда:  $F = 2 \times 0,7 \times 10 \times 250 \times 252 = 882000$  Н

При максимальном усилии, развиваемом гидроцилиндром, равном  $0,56 \times 10^7 \times$ Н на один будет приходится (12 швов).  $F_p = 466700$  Н

Сварное соединение выдержит данную нагрузку.

**Вывод.**

Данное приспособление позволяет повысить эффективность ремонтно –восстановительных работ. Снижает физическую нагрузку на слесаря ремонтника, дает ощутимую экономию времени простоя автомобилей в ремонте.

**Conclusion.**

This device allows you to increase the efficiency of repair and restoration work. Reduces the physical load on the repairman's locksmith, gives a significant saving of idle time of cars in repair.

#### Библиографический список

1. Иозайтис В.С., Львов Ю.А. Экономико-математическое моделирование производственных систем: Уч. пос. для инжен.-экон. спец. вузов.: М.: Высшая шк. 2011 -192с.
2. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Расчет затрат на контроль технологических процессов ремонтного производства // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2004. № 5. С. 75-77.
3. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Эффективность использования машинотракторного парка предприятия. В сборнике: Доклады ТСХА Материалы международной научной конференции. 2018. С. 297-299.
4. Шнырёв А.П., Тойгамбаев С.К., Сергеев Г.А., Казимирчук А.Ф. Основы технологии изготовления деталей транспортных и технологических машин. Учебное пособие для ВУЗов, Рекомендован УМО ВУЗов МГУП. Редакционно-издательский отдел МГУП, 2008, г. Москва.

5. Шнырёв А.П., Тойгамбаев С.К. Основы надёжности транспортных и технологических машин. Учебное пособие для студентов технических ВУЗов УМО МГУП Издательская «Компания Спутник +» 2006, г. Москва.

6. Тойгамбаев С.К. Повышение надёжности изготовления резьбовых соединений./ Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2013. № 3 (59). С. 45-46.

7. Тойгамбаев С.К. Восстановление бронзовых втулок скольжения центробежной заливкой с применением электродугового нагрева. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М.: 2015. № 7. С. 28-32.

8. Казимирчук А.Ф., Шнырев А.П., Тойгамбаев С.К. Флотационная очистка электролитов и СОЖ после механической обработки деталей машин./ Сборник: "Роль мелиорации и водного хозяйства в реализации национальных проектов". Материалы Международной научно-практической конференции. 2008. С. 216-218.

9. Тележка с гидравлическим подъемником для ТО и ремонта автомобилей./ ж. Аспирант и соискатель.-М: № 4, (70) 2012. с. 37.

10. Тойгамбаев С.К. Закалка витков пружин сельскохозяйственных машин с применением электро-механического упрочнения. Сетевое издание ж.

«Управление рисками в АПК» № 3-4 (7) 12.15 г. Свид. Регистр. Эл. № ФС77-62125 от 19.06.15г. agrorisk.ru. – М.: 2015. с.21-33.