

УДК 621. 629.3; 669.54. 793

Шнырев А.П. Приспособление для разборки и сборки ведущих мостов автомобилей

Device for disassembling and assembling driving axles of cars

**Шнырев А.П.**

к.т.н., профессор кафедры «Техническая эксплуатация технологических машин и оборудования природобустройства» Российский государственный аграрный университет МСХА им. К. А. Тимирязева.  
Shnyrev A. P.

Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department "Technical operation of technological machines and equipment of environmental management" Russian State Agrarian University of the Ministry of Agriculture named after K. A. Timiryazev.

***Аннотация.** Технологический процесс ремонта в ремонтных мастерских состоит из разборочных и ремонтных работ, при чем, разборочно-сборочные работы выполняют на одном рабочем месте или расчленяют по агрегатам на несколько рабочих мест или отделений. Анализируя график загрузки мастерской по технологическим видам работ видим, что в напряженные работы мастерской в осенне-зимний период, именно разборочно-сборочные работы составляют значительную часть в общем объеме работ. В хозяйствах традиционно велика доля ручного труда, что увеличивает себестоимость и срок выполнения ремонта. Следовательно, увеличение доли механизированного труда позволяет повысить качество ремонта, сократить сроки ремонта и увеличить безопасность труда. Поэтому в статье предлагается приспособление для разборки и сборки ведущих мостов автомобилей.*

***Ключевые слова:** автомобиль; ведущий мост; приспособление; функционирование.*

***Abstract.** The technological process of repair in repair shops consists of dismantling and assembly and repair work, moreover, dismantling and assembly works are performed at one workplace or dismembered into units into several workplaces or departments. Analyzing the schedule of loading the workshop for the technological output of work, we see that in the intense work of the workshop in the autumn-winter period, it is the dismantling and assembly work that constitutes a significant part of the total volume of work. The share of manual labor is traditionally high in farms, which increases the cost price and the period of repairs. Consequently, an increase in the share of mechanized labor makes it possible to improve the quality of repairs, shorten the repair time and increase labor safety. Therefore, the article proposes a device for disassembling and assembling the driving axles of cars.*

***Keywords:** car; main bridge; device; functioning.*

---

Приспособление для разборки и сборки (рис. 4.1) состоит из опорной плиты 1, диска 2, продольной опоры 3, двух верхних стоек 4, двух нижних опор 5, с установленными на них двумя шпильками 10 и двумя откидными болтами 6, закрепленными в нижней опоре пальцами 11, двух прижимов 7, четырех гаек 8 с рукоятками, стопора 12 и пальца 13, запрессованного в плиту 1, а также нижней стойки 9.

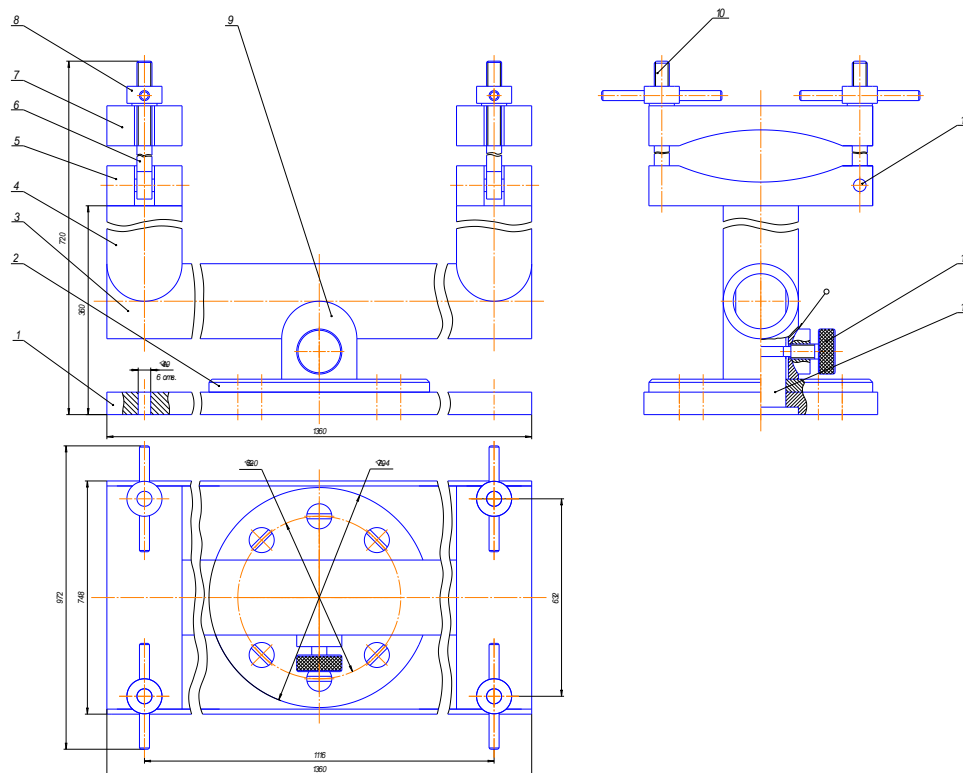


Рис. 1. Приспособление для разборки и сборки ведущих мостов автомобилей.

1 – опорная плита; 2 – диск; 3 – продольная опора; 4 – стойка вертикальная; 5 – опора нижняя; 6 – болт откидной; 7 – прижим; 8 – гайка; 9 – стойка нижняя; 10 – шпилька; 11 – палец; 12 – стопор; 13 – палец.

Работает приспособление следующим образом: для того чтобы установить мост в приспособление, необходимо отвернуть гайки 8 на откидных болтах 6, затем, прижимы 7 разворачиваются на  $180^{\circ}$  вокруг шпилек 10, после чего мост автомобиля укладывается на нижние опоры 5, после того как мост уложен на опоры прижимы 7 поднимаются на необходимую высоту, разворачиваются в первоначальное положение, далее в пазы прижимов возвращаются откидные болты 6 и при помощи гаек 8 на шпильках 10 и откидных болтах 6 мост плотно затягивается в приспособлении. После закрепления моста в приспособлении можно приступать к разборке, либо сборке. Извлекается мост из приспособления в обратном порядке. Мост, установленный в приспособлении, для удобства проведения необходимых работ, можно вращать вокруг вертикальной оси. Это возможно благодаря вращению нижней стойки 9 вокруг пальца 13. Развернув мост в необходимое положение, его можно зафиксировать при помощи стопора 12.

Данное приспособление позволит сократить затраты труда при разборочных работах по ремонту ведущих мостов автомобилей.

**Расчет винтов.** Болты, крепежные винты и шпильки рассчитываются одинаково, поэтому расчет винта нашей конструкции будем выполнять как применительно к болтам.

Для нашего винта, растягиваемого силой  $P$  (действие пружины), с возможностью последующей затяжки диаметр будет определяться по формуле:

$$d_1 = 1,3 \sqrt{\frac{P_0}{[\sigma_p]}}, \quad (1)$$

где  $d_1$  - внутренний диаметр резьбы болта, мм;  $P_0$  - действующая на болт осевая сила, Н;  $[\sigma_p]$  - допустимое напряжение на растяжение для болта.

Осевая растягивающая винт сила  $P_0$ , по которой осуществляется расчет винта, вычисляется по формуле:

$$P_0 = [k \cdot (1 - x) + x] \cdot P \quad (2)$$

где  $k$  - коэффициент затяжки винта;  $x$  - коэффициент внешней нагрузки;

$P$  - сила приложенная в соединении, Н.

Величина  $x$  при отсутствии в соединении упругих прокладок находится в пределах 0,2...0,3. Принимаем  $x = 0,25$ . Коэффициент затяжки винта  $k$ , учитывающий величину силы предварительной затяжки винта гайкой в соединении без прокладок (наш случай) принимается равным в пределах 1,25...2. Принимаем  $k = 1,5$ . Рассчитываем осевую силу:  $P_0 = [1,5 \cdot (1 - 0,25) + 0,25] \cdot 20 = 27,5H$

Производим расчет внутреннего диаметра винта при действующей осевой силе

$$P_0 = 27,5 \text{ Н.} \quad [\sigma_p] = \frac{\sigma_m}{[\eta_m]}, \quad (3)$$

где  $\sigma_m$  - предел текучести материала винта, Н/мм<sup>2</sup>;  $[\eta_m]$  - допускаемый запас прочности.

Допускаемый запас прочности для углеродистой стали для диаметра винта от 6 до 14мм находится в пределах 3...4. Принимаем  $[\eta_m] = 3,5$ .

Значение  $\sigma_m$  для углеродистой стали находится в пределах 24...26 кг/мм<sup>2</sup>.

$$\text{Принимаем } \sigma_m = 25H / \text{мм}^2 : \quad [\sigma_m] = \frac{25}{3,5} = 7,1 \text{ мм}^2$$

$$d_1 = 1,3 \cdot \sqrt{\frac{27,5}{7,1}} = 2,55 \text{ мм}$$

Принимаем из конструктивных соображений винт М16 х 2 с внутренним диаметром резьбы  $d_1 = 13,835 \text{ мм}$ . Принятый нами винт превосходит расчетный по показателям в 5,5 раз. Запас прочности велик. Так как наш винт на срез не работает, то проверку прочности винта на срез не выполняем.

**Расчет резьбовых соединений.** Основными причинами выхода из строя крепежных резьбовых деталей являются: обрыв стержня по резьбе или по переходному сечению у головки болта, разрушение резьбы, разрушение головки болта (в дальнейшем под термином болт будем подразумевать также винты, шпильки, стрежни с резьбой). Размеры элементов резьбовых деталей установлены из условия равномерности по указанным выше критериям, поэтому расчет резьбовых соединений производится обычно только по главному критерию прочности резьбового стерж-

ня. Методика расчета болтов зависит от характера нагрузки (статическая, переменная, осевая, поперечная) и технологических особенностей сборки соединения (затянутые или незатянутые болты; поставленные в отверстие соединяемых деталей с зазором или без зазора). В нашем случае болт нагружен осевой статической силой. При осевом нагружении номинальные напряжения растяжения в резьбовом стержне находятся:

$$\sigma_p = \frac{4Q_p}{\pi d^3} \leq [\sigma_p], \quad (4)$$

Откуда внутренний (расчетный) диаметр болта (мм) равен:

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{4Q_p}{\pi[\sigma_p]}}, \quad (5)$$

где  $Q_p$  – расчетное усилие в стержне болта, Н;  $[\sigma_p]$  – допустимое напряжение растяжения, МПа, выбираемое в зависимости от технологии сборки соединения.

В нашем случае напряжение растяжения  $\sigma_p$  выбираем для углеродистой стали с постоянным характером нагрузки для болтов с наружным диаметром резьбы 16 ... 30 мм,  $\sigma_p = 0,25 \sigma_T$ .  $\sigma_T = 200$  МПа.

Расчетное осевое усилие  $Q_p$  определяется по формуле:

$$Q_p = 1,3K \times Q + X \times Q \quad (6)$$

где 1,3 – коэффициент учитывающий кручение болта при затяжке;

$K$  – коэффициент заноса плоскости стыка при постоянной нагрузке

$K=1,25...1,5$ ;  $X$  – коэффициент, внешней нагрузки, или коэффициент податливости соединения. Выбираем из таблицы 8.5,  $X = 0,05$ ;  $Q$  – внешняя нагрузка приходящаяся на болт, Н.

Величина  $Q$  определяется по формуле:

$$Q = \frac{Q_0}{K}, \quad (7)$$

где  $Q_0$  – сила предварительной затяжки болта (Н) от завинчивания гайки моментом завинчивания  $T_0$  (Н.мм)

Значение  $Q_0$  находится по формуле:

$$Q_0 = \frac{T_0}{0,25 \times d}, \quad (8)$$

где  $d$  – наружный диаметр болта, мм;  $T_0$  – момент завинчивания гайки, Н.мм.

В нашем случае  $T_0 = 100$  Н.мм

$$Q_0 = \frac{100}{0,25 \times 20} = 20H$$

$$Q = \frac{20}{1,5} = 13,3H$$

$$Q_p = 13,3 \times 1,5 \times 1,30 + 0,05 \times 13,3 = 26,6H$$

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{4 \times 26,6}{3,14 \times 5,0 \times 0,25}} = 5,21 \text{ мм}$$

В силу невозможности конструктивного изготовления болта данного диаметра, принимаем внутренний диаметр болта равный 18 мм. Проверяем принятый болт на

выполнение условия (1).  $\sigma_p \leq [\sigma_p]$ ; 
$$\frac{4 \times 26,6}{3,14 \times 18} \leq 5;$$

$1,8 \leq 5$  – условие выполняется, резьбовое соединение подобрано верно.

**Расчет опор и сварных соединений.** В данной конструкторской разработке все сварные соединения произведены внахлест и встык. Сварка выполнена одно- или двухстрочными способами. Стыковые соединения рассчитываем на прочность по номинальному сечению соединяемых деталей.

Рассчитываем на напряжение растяжения по формуле:

$$\sigma = \frac{P}{es} \leq [\sigma_p], \quad (9)$$

где  $[\sigma_p]$  - предельные допустимые напряжения,  $[\sigma_p] = 0,5 \dots 1,0 \text{ Н/м}^2$ ;

P – осевая нагрузка

$$\sigma = 20 / (15 \cdot 0,5) = 0,26 \text{ Н/м}^2$$

Допустимая сжимающая или растягивающая нагрузка  $P_{сж}$  определяется по формуле:

$$P = [\sigma] \cdot es, \quad (10)$$

$$P = 1 \cdot 0,75 = 750 \text{ Н}$$

Площадь рассчитываемого сечения находим по формуле:

$$F = 0,7 \cdot k \cdot p \cdot e, \quad (11)$$

где k – коэффициент упругости

$$F = 0,7 \cdot 0,1 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ м}^2$$

Следовательно, допустимая растягивающая нагрузка определяется:

$$P = 0,7 \cdot k \cdot p \cdot e \cdot [\tau], \quad (12)$$

где  $[\tau]$  - предельные допустимые касательные напряжения,  $[\tau] = 0,6 \text{ Н/м}^2$ .

$$P = 0,7 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,6 = 4,2 \text{ Н}$$

Тогда напряжение среза в данном сечении определим по формуле:

$$\tau = \frac{P}{0,7 \cdot k \cdot p \cdot e} \leq [\tau], \quad (13)$$

$$\tau = \frac{4,2}{0,7 \cdot 0,1 \cdot 0,1} = 0,6 \text{ Н/м}^2$$

Равенство  $\tau = 0,6 \text{ Н/м}^2$  вполне удовлетворяет условию  $\tau \leq [\tau]$ . Для получения равномерного распределения нагрузки между швами, необходимо длину каждого шва принимать обратно пропорциональной расстоянию между центром тяжести детали и шва.

**Изготовление детали приспособления.** В качестве технологической части работы представлен расчет технологической карты на изготовление оси (поз. 3 сборочного чертежа 02). Технические данные детали:

Наименование - шпилька; Масса детали – 2,4 кг; Твердость HB – 268–279;

Материал 45 – 5 – б – Т; Количество на изделие 1;  
Термообработка – улучшение (закалка + высокий отпуск)

$$K_{пуз} = \frac{Б - 64ГОСТ2590 - 88}{45 - 5 - б - ГОСТ1050 - 88}$$

Расчет режимов резания и норм выработки. Назначаем режим резания, припуск на обработку определяем по формуле:

$$h = \frac{D - d}{2} \quad (14)$$

где  $h$  -припуск на обработку, мм;  $D$  -диаметр заготовки, мм;  $d$  -диаметр отверстия, мм.

Число проходов, необходимое для снятия припуска, определяем по формуле:

$$i = \frac{h}{t} \quad (15)$$

где  $i$  – число проходов;  $t$  – глубина резания, мм.

Передачу выбираем по принятой глубине резания, диаметру, учитывая при этом степень чистоты обработки. Выбираем режущий инструмент.

По соответствующей таблице выбираем расчетную скорость резания. Находим число оборотов станка по формуле:

$$n = \frac{1000 \times v_p}{\pi \times D} \quad (16)$$

где  $n$  -обороты станка, об/мин;  $v_p$  -принятая скорость резания, об/мин;  
 $D$  -диаметр заготовки; мм.

По принятому числу оборотов шпинделя определяем действительную скорость резания по формуле:

$$n = \frac{\pi \times D_n}{1000} \quad (17)$$

Рассчитанное значение скорости заносим в технологическую карту.

Время, затраченное на изготовление одной детали, называется штучным. Оно складывается из суммы отдельных времен:  $T_{шт.} = T_o + T_v + T_{дон}$  (18)

где  $T_o$  -основное время на изготовление детали, мин;  $T_v$  -вспомогательное время на изготовление детали, мин;  $T_{дон}$  -дополнительное время, мин.

Основное время рассчитывается по формуле:  $T_o = \frac{L \times i}{n \times S}$ , (19)

где  $L$  -длина обрабатываемой поверхности, мм;  $i$  -число проходов;  
 $n$  -число оборотов шпинделя, об/мин;  $S$  -подача на один оборот, мм.

1. Токарная операция. А. Установить и снять заготовку .

Переход № 1. Подрезать торец 1 окончательно

Резец 2112-0005 Т5К10 ГОСТ 18880-73

$t = 2$  мм  $i = 1$   $S = 0,5$  мм/об  $n = 630$  об/мин  $v = 75$  м/мин

Переход № 2. Сверлить отверстие 2 окончательно

Сверло 2300 – 0185 ГОСТ 14952 – 73

$t = 2$  мм  $i = 1$   $S = 0,2$  мм/об  $n = 125$  об/мин  $v = 18$  м/мин

$T_0 = 0,08$  мин     $T_B = 0,6$  мин

Б – Переустановить заготовку

Переход № 3.    Подрезать торец 3 окончательно

Резец 2112 – 0005 Т5К10 ГОСТ 18880 – 73

$t = 2$  мм     $i = 1$      $S = 0,5$  мм/об     $n = 630$  об/мин     $v = 75$  м/мин

$T_0 = 0,5$  мин     $T_B = 0,3$  мин

Переход № 4.    Сверлить отверстие № 4 окончательно

Сверло 2300-0185 ГОСТ 14952 – 73

$t = 2$  мм     $i = 1$      $S = 0,2$  мм/об     $n = 125$  об/мин     $v = 18$  м/мин

$T_0 = 0,08$  мин     $T_B = 0,6$  мин

В. Переустановить заготовку

Переход № 5.    Точить поверхность 5 предварительно

Резец 2103 – 0005 Т5К10 ГОСТ 18879 – 73

$t = 1,5$  мм     $i = 2$      $S = 0,6$  мм/об     $n = 315$  об/мин     $v = 53$  м/мин

$T_0 = 0,3$  мин     $T_B = 0,4$  мин

Переход № 6.    Точить поверхность 5 окончательно

Резец 2103 – 0005 Т5К10 ГОСТ 18879 – 73

$t = 2$  мм     $i = 1$      $S = 0,6$  мм/об     $n = 315$  об/мин     $v = 53$  м/мин

$T_0 = 0,35$  мин     $T_B = 0,4$  мин

Переход № 7.    Точить фаску 7 окончательно

Резец 2102 – 0005 Т15К6 ГОСТ 18879 – 73

$t = 0,5$  мм     $i = 1$      $S = 0,2$  мм/об     $n = 1000$  об/мин     $v = 95$  м/мин

$T_0 = 0,25$  мин     $T_B = 0,3$  мин

Переход № 8.    Точить поверхность 9 окончательно

Резец 2103 – 0005 Т15К6 ГОСТ 18879 – 73

$t = 0,5$  мм     $i = 1$      $S = 0,2$  мм/об     $n = 1000$  об/мин     $v = 87$  м/мин

$T_0 = 0,25$  мин     $T_B = 0,3$  мин

Переход № 9.    Точить фаску 6 окончательно

Резец 2102 – 0005 Т15К6 ГОСТ 18878 – 73

$t = 1$  мм     $i = 1$      $S = 0,5$  мм/об     $n = 400$  об/мин     $v = 59$  м/мин

$T_0 = 0,01$  мин     $T_B = 0,4$  мин

Переход № 10.    Точить фаску 8 окончательно

Резец 2102 – 0006 Т15К6 ГОСТ 18878 – 73

$t = 1$  мм     $i = 1$      $S = 0,5$  мм/об     $n = 400$  об/мин     $v = 59$  м/мин

$T_0 = 0,01$  мин     $T_B = 0,4$  мин

Переход № 11.    Нарезать резьбу 9 окончательно

Резец 2102 – 0006 Т15К6 ГОСТ 18878 – 73

$t = 1$  мм     $i = 1$      $S = 0,5$  мм/об     $n = 400$  об/мин     $v = 59$  м/мин

$T_0 = 0,01$  мин     $T_B = 0,4$  мин

## Библиографический список

1. Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Обработка результатов информации по надежности транспортных и технологических машин методом математической статистики. / Методическое пособие. Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Институт механики и энергетики имени В. П. Горячкина, Кафедра «Техническая эксплуатация технологических машин и оборудования природообустройства». Москва, 2020.
2. Тойгамбаев С.К. Повышение надежности 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.
3. Тойгамбаев С.К. Совершенствование моечной машины ОМ-21614./ Техника и технология. 2013. № 3. С. 15-18.
4. Тойгамбаев С.К., Ногай А.С., Нукешев С.О. Проводимость почвенного слоя в Акмолинской области./ Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2008. № 1 (26). С. 86-89.
5. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Определение трудоемкости диагностирования автомобилей./ Естественные и технические науки. 2019. № 12 (138). С. 386-389.
6. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Исследования по оптимизации использования машино- тракторного парка предприятия./ Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2016. № 5. С. 28-33.
7. Тойгамбаев С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственных мелиоративных машин при применении процесса термоциклической диффузионной металлизации. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Российский государственный аграрный университет- МСХА им. К.А. Тимирязева. Москва, 2000
8. Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Анализ износа деталей транспортных и технологических машин. Методическое пособие / Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Институт механики и энергетики имени В. П. Горячкина, Кафедра «Техническая эксплуатация технологических машин и оборудования природообустройства». Москва, 2020. С. 37.
9. Karpuzov V., Golinitzkiy P., Cherkasova E., Antonova U., Toygamaev S. Development of knowledge management process at the enterprise of technical service of the agro-industrial complex./ В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 12031.