

Государственное профессиональное образовательное учреждение
«Полысаевский индустриальный техникум»

Методические рекомендации по выполнению практических работ
по учебной дисциплине

«ОП.06. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ И ГИДРАВЛИКИ»

для профессии

23.01.08 Слесарь по ремонту строительных машин

Полысаево 2019

Автор:

Мартыненко Ж.Н., преподаватель специальных дисциплин

Мартыненко Ж.Н.

Методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине «ОП.06. Основы технической механики и гидравлики» [Текст]: методические рекомендации / сост. Ж.Н. Мартыненко – Полысаево: ГПОУ ПИТ, 2019. – 49 с.

Методические рекомендации по выполнению практических работ обучающихся разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «ОП.06. Основы технической механики и гидравлики» для профессии 23.01.08Слесарь по ремонту строительных машин. В методических рекомендациях приведена структура и содержание 5 практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Издание предназначено для обучающихся профессии 23.01.08Слесарь по ремонту строительных машин и преподавателей специальных дисциплин «Техническая механика».

Содержание

Пояснительная записка.....	4
Перечень практических работ.....	7
Практические работы.....	8
Практическая работа №1 «Исследование устройства и работы зубчатых передач, определение и расчет основных параметров и характеристик»..	8
Практическая работа №2 «Исследование устройства и подбора подшипников по деталям узлов».....	16
Практическая работа № 3 «Исследование работы жидкости на примере совместной работы секции ТНВД и форсунки»	27
Практическая работа №4 «Исследование устройства и принципа действия гидрораспределителя»	39
Практическая работа № 5 «Исследование устройства и работы гидроусилителя с рулевым механизмом типа «винт-гайка – поршень – рейка».....	43

Пояснительная записка

Учебная дисциплина «ОП.06. Основы технической механики и гидравлики» предназначена для реализации Федерального государственного образовательного стандарта по профессии 23.01.08 Слесарь по ремонту строительных машин.

Целью и задачами дисциплины является освоение обучающимися соответствующих знаний и умений.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- основные свойства, классификацию, характеристики обрабатываемых материалов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- определять свойства материалов;
- применять методы обработки материалов.

Практические работы являются неотъемлемым этапом изучения учебной дисциплины и проводятся с целью: формирования практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой учебной дисциплины; обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний; готовности использовать теоретические знания на практике.

Практические работы по учебной дисциплине «ОП.06. Основы технической механики и гидравлики» способствуют формированию в дальнейшем при изучении профессиональных модулей следующих общих компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 7. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

В методических рекомендациях предлагаются к выполнению практические работы, предусмотренные учебной рабочей программой дисциплины «ОП.06. Основы технической механики и гидравлики». При разработке содержания практических работ учитывался уровень сложности освоения студентами соответствующей темы, общих и профессиональных компетенций, на формирование которых направлена дисциплина.

Методические рекомендации по учебной дисциплине «ОП.06. Основы технической механики и гидравлики» имеют практическую направленность и значимость. Формируемые в процессе практических занятий умения могут быть использованы студентами в будущей профессиональной деятельности.

Практические занятия проводятся в учебном кабинете, обязательным этапом является самостоятельная деятельность студентов.

Оценки за выполнение практических работ выставляются по пятибалльной системе. Оценки за практические работы являются обязательными текущими оценками по учебной дисциплине и выставляются в журнале теоретического обучения.

УВАЖАЕМЫЙ СТУДЕНТ!

Методические рекомендации по учебной дисциплине «ОП.06. Основы технической механики и гидравлики» для выполнения практических работ разработаны Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к практическим работам, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению практической работы, Вы должны внимательно прочитать цель и задачи занятия, ознакомиться с заданиями.

Все задания к практической работе Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике.

Отчет о практической работе Вы должны выполнить по следующему алгоритму:

1. тема работы;
2. цель работы;
3. письменные задания.

Наличие положительной оценки по практическим работам необходимо для получения зачета по дисциплине «ОП.06. Основы технической механики и гидравлики», поэтому в случае отсутствия на занятии по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за практическую работу, Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

Внимание! Если в процессе подготовки к практическим работам у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний.

Условия и порядок выполнения работы:

1. Прочитать методические рекомендации по выполнению практической работы.
2. Изучить содержание заданий и начать выполнение.
3. Работу выполнить в рабочих тетрадях, оформив надлежащим образом.
4. Консультацию по выполнению работы получить у преподавателя или обучающегося, успешно выполнившего работу.
5. Работа оценивается в целом, по итогам выполнения работы выставляется оценка
6. Пропущенные практические работы отрабатываются в дополнительное время.

Желаем Вам успехов!!!

Перечень практических работ

№ п/р	Практическая работа	Кол-во часов
1	Исследование устройства и работы зубчатых передач, определение и расчет основных параметров и характеристик	1
2	Исследование устройства и подбора подшипников по деталям узлов	1
3	Исследование работы жидкости на примере совместной работы секции ТНВД и форсунки	1
4	Исследование устройства и принципа действия гидрораспределителя	1
5	Исследование устройства и работы гидроусилителя с рулевым механизмом типа «винт-гайка – поршень – рейка	2

Практические работы

Практическая работа №1(1 час)

Тема: «Исследование устройства и работы зубчатых передач, определение и расчет основных параметров и характеристик»

Цель: приобрести навыки в работе по проверочному расчёту цилиндрической зубчатой передачи.

Задачи:

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Формируемые компетенции: ОК 1 - ОК 7; ПК 1.1; ПК 1.2; ПК 1.3; ПК 2.1; ПК 2.2; ПК 2.3; ПК 3.1; ПК 3.2.

Материально - техническое оснащение:

1. Мультимедийный проектор;
2. Тетрадь для практических работ.

Литература и информационные источники:

1. Джамай В.В., Самойлов Е.А., Станкевич А.И, Чуркина Т.Ю., Техническая механика [Текст]: Учебник для СПО – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 360 с.
2. Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. Расчет и основы конструирования деталей машин [текст]: Учебник: В 2 томах Том 1: Исходные положения. Соединение деталей машин. Детали передач / Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. – Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 240 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/854569>
3. Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. Расчет и основы конструирования деталей машин [текст]: Учебник: В 2 томах Том 2: Механические передачи / Ю.Е. Гуревич, Схиртладзе А.Г. – Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 248 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/924023>

Теоретическая часть

Зубчатой передачей называется трехзвенный механизм, в котором два подвижных звена являются зубчатыми колесами, или колесо и рейка с

зубьями, образующими с неподвижным звеном (корпусом) вращательную или поступательную пару.

Зубчатая передача состоит из двух колес, посредством которых они сцепляются между собой. Зубчатое колесо с меньшим числом зубьев называют **шестерней**, с большим числом зубьев – **колесом**.



Рисунок 1. Некоторые виды зубчатых передач (слева направо)
1. Цилиндрическая прямозубая передача. 2. Гипоидная зубчатая передача.
3. Зубчатая цилиндрическая передача.

Основными преимуществами зубчатых передач являются:

- постоянство передаточного числа (отсутствие проскальзывания);
- компактность по сравнению с фрикционными и ременными передачами;
- высокий КПД (до 0,97...0,98 в одной ступени);
- большая долговечность и надежность в работе (например, для редукторов общего применения установлен ресурс ~ 30 000 ч);
- возможность применения в широком диапазоне скоростей (до 150 м/с), мощностей (до десятков тысяч кВт).

Недостатки:

- шум при высоких скоростях;
- невозможность бесступенчатого изменения передаточного числа;
- необходимость высокой точности изготовления и монтажа;
- незащищенность от перегрузок;
- наличие вибраций, которые возникают в результате неточного изготовления и неточной сборки передач.

По расположению осей валов различают передачи с параллельными (рис. 2, а – в, з), с пересекающимися (рис. 2, г, д) и перекрещивающимися (рис. 2, е, ж) геометрическими осями.

По форме могут быть цилиндрические (рис. 2, а – в, з), конические (рис. 2, г, д, ж), эллиптические, фигурные зубчатые колеса и колеса с неполным числом зубьев (секторные).

По форме профилей зубьев различают эвольвентные и круговые передачи, а по форме и расположению зубьев – прямые (рис. 2, а, г, е, з), косые (рис. 2, б), шевронные (рис. 2, в) и круговые (рис. 2, д, ж).

В зависимости от относительного расположения зубчатых колес передачи могут быть с внешним (рис. 2, а) или внутренним (рис. 2, з) их зацеплением. Для преобразования вращательного движения в возвратно поступательное и наоборот служит реечная передача (рис. 2, е).

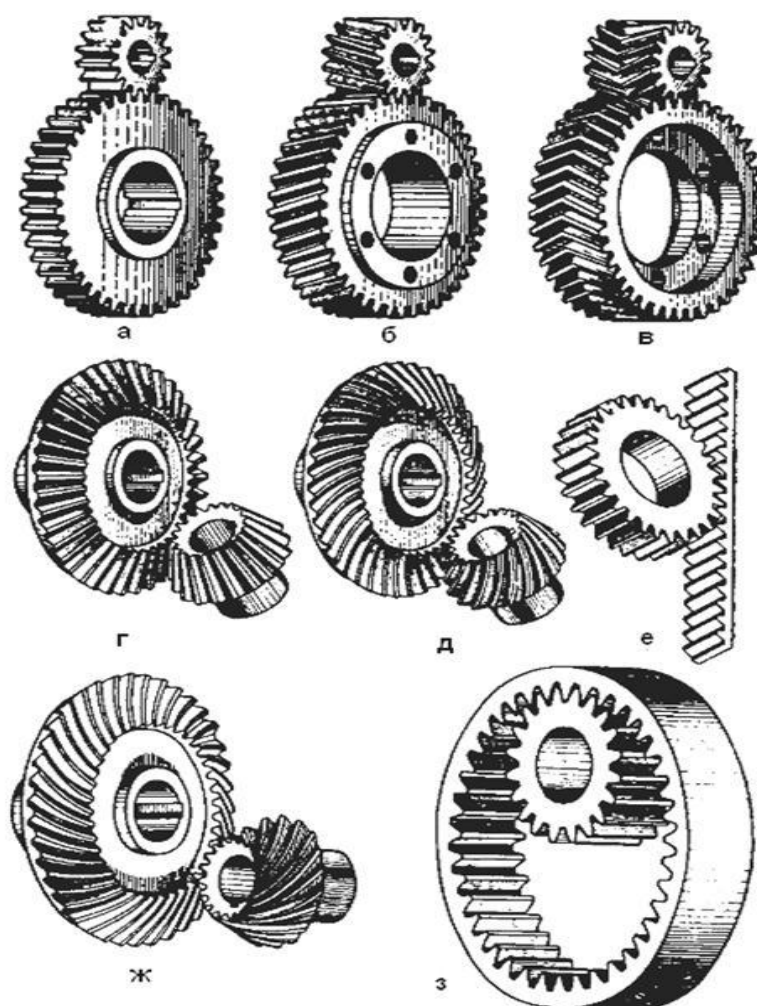


Рисунок 2. Зубчатые передачи

Зубчатые передачи эвольвентного профиля (рис. 3) широко распространены во всех отраслях машиностроения и приборостроения. Они применяются в исключительно широком диапазоне условий работы.

Мощности, передаваемые зубчатыми передачами, изменяются от ничтожно малых (приборы, часовые механизмы) до многих тысяч кВт (редукторы авиационных двигателей).

Наибольшее распространение имеют передачи с цилиндрическими колесами, как наиболее простые в изготовлении и эксплуатации, надежные и малогабаритные. Конические, винтовые и червячные передачи применяют лишь в тех случаях, когда это необходимо по условиям компоновки машины.

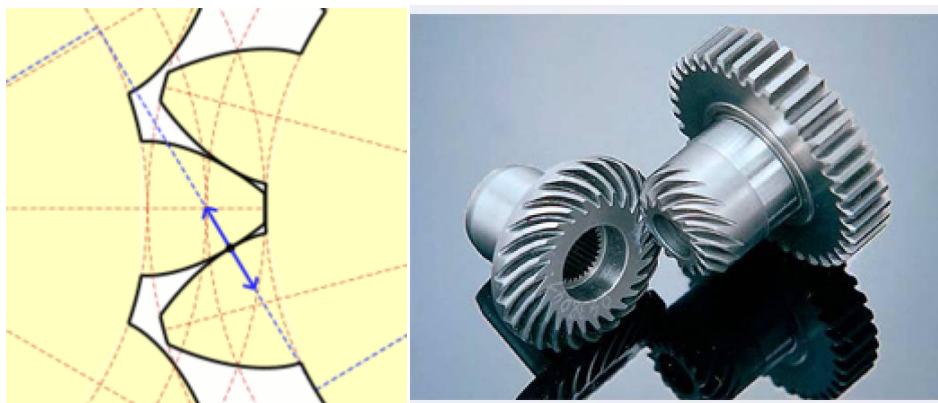


Рисунок 3. Зубчатые передачи эвольвентного профиля (слева направо)
1. Эвольвентная передача. 2. Круговая передача. (Слева направо)

Порядок выполнения работы

1. Определить вращающие моменты на валу шестерни T_1 и колеса T_2 , Нм:

$$T_1 = 10^3 P_1 / \omega_1, \text{ Нм}; T_2 = T_1 u \eta,$$

где $\eta = 0,97 \dots 0,98$.

2. Для заданной марки материала и термообработки определить допускаемые контактные напряжения и допускаемые напряжения изгиба.

3. Определить межосевое расстояние передачи α_w , мм:

$$\alpha_w \geq K_a(u + 1) \sqrt{\frac{T_2 \cdot 10^3 \cdot K_{H\beta}}{\psi_a \cdot u^2 \cdot [\sigma_H]^2}},$$

где а) K_a - вспомогательный коэффициент.

Для прямозубых передач $K_a = 49,5$.

Для косозубых и шевронных - $K_a = 43$.

б) $\psi_a = b_2 / \alpha_w$ - коэффициент ширины венца колеса.

Для прямозубых колёс выбирается из ряда 0,1; 0,125; 0,1; 0,25.

Для косозубых - 0,5; 0,315; 0,4;0,5; 0,63.

Для шевронных – 0,5; 0,63; 0,8;1,0;1,25.

в) $K_{н\beta}$ - коэффициент неравномерности нагрузки по длине зуба. Принимают по табл. 1 в зависимости от твердости поверхности зубьев, предварительно определив:

$$\psi_d = b_2/d_1 = 0,5 \psi_\alpha (u + 1).$$

Коэффициент неравномерности нагрузки $K_{н\beta}$

Таблица 1

$\psi_d = b_2/d_1$	0,4	0,6	0,8	1,0	1,4	1,4	1,6	1,8	2,0
$HВ \leq 350$	1,0	1,02	1,03	1,04	1,05	1,07	1,09	1,11	1,14
$HВ \geq 350$	1,02	1,04	1,06	1,09	1,12	1,16	1,21	-	-

Полученное значение межосевого расстояния округлить до ближайшего стандартного: **40, 50, 63,71, 80, 90, 100, 112,125, 140, 160,180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630,710, 800.**

Жирным шрифтом выделен предпочтительный первый ряд.

4. Определить модуль зацепления, мм: $m = (0,01...0,02) \alpha_w$ и принять его по стандарту: **1; 1,25; 1,375; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5; 2,75; 3; 3,5; 4; 4,5; 6; 7; 8.**

Жирным шрифтом выделен предпочтительный первый ряд.

5. Для не прямозубых колёс принять угол наклона зубьев β . Для косозубых колёс $\beta = 8...16^\circ$, для шевронных - $\beta = 25...40^\circ$.

6. Определить суммарное число зубьев:

$$Z_\Sigma = \frac{2 \cdot \alpha_w \cdot \cos \beta}{m}.$$

Полученное значение округлить до целого числа и определить фактический угол наклона зубьев:

$$\cos \beta = \frac{m \cdot Z_\Sigma}{2 \cdot \alpha_w}.$$

Значение β определяется с точностью до минуты.

Определить числа зубьев шестерни и колеса:

$$z_1 = z_{\Sigma}/(u + 1), z_2 = z_{\Sigma} - z_1$$

Значения должны быть целыми числами.

7. Определить фактическое передаточное число $u' = z_2/z_1$.

Отклонение от заданного значения допускается в пределах $\pm 2\%$.

8. Определить основные геометрические размеры шестерни и колеса.

а) диаметры делительных окружностей (с точностью до 0.01 мм):

$$d_{1,2} = mz_{1,2}/\cos\beta;$$

б) фактическое межосевое расстояние:

$$a_w' = (d_1 + d_2)/2;$$

в) диаметры вершин зубьев:

$$d_{a1,2} = d + 2m;$$

г) ширина венца колеса и шестерни:

$$b_2 = \psi_{\alpha} \cdot a_w; b_1 = b_2 + (2 \dots 5).$$

9. Определить силы в зацеплении:

а) окружная $F_t = 2T_2/d_2$, Н;

б) радиальная $F_r = F_t \tan 20^\circ / \cos\beta$, Н;

в) осевая (только у косозубых колёс) $F_a = F_t \tan\beta$, Н.

10. Определить окружную скорость зубчатых колёс $v = \omega_1 d_1/2$, м/с, и назначить степень точности их изготовления по табл. 2.

Степень точности

Таблица 2

Степень точности	Окружные скорости, v , м/с, вращения колёс	
	прямозубых	не прямозубых
	до 15	до 30
	« 10	« 15
	« 6	« 10
	« 2	« 4

11. Уточнить коэффициент ширины венца колеса $\psi_d = b_2/d_1$ и принять коэффициент $K_{H\beta}$ (табл. 1). Принять коэффициенты $K_{H\alpha}$, $K_{H\nu}$ (коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между зубьями, и динамический коэффициент).

Для прямозубых колёс $K_{H\alpha} = 1$; $K_{H\nu} = 1,05 \dots 1,1$.

Для косозубых колёс при $v = 10 \dots 20$ м/с $K_{H\alpha} = 1,0 \dots 1,1$

$K_{H\nu} = 1,05 \dots 1,1$;

при $v =$ до 10 м/с $K_{H\alpha} = 1,05 \dots 1,15$

$K_{H\nu} = 1,0 \dots 1,05$.

12. Определить контактные напряжения рабочих поверхностей зубьев:

$$\sigma_H = A \sqrt{\frac{F_1 \cdot (u' + 1) \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\nu}}{d_2 \cdot b_2}} \leq [\sigma_H], \text{ Н/мм}^2$$

где A - вспомогательный коэффициент.

Для прямозубых колёс $A = 436$.

Для косозубых и шевронных $A = 376$.

Допускается недогрузка $\sigma_H < [\sigma_H]$ до 10% и перегрузка $\sigma_H > [\sigma_H]$ на 5%. Если эти условия не выполняются, надо изменить ширину венца колеса b_2 или межосевое расстояние, не выходя из стандартного ряда ψ_α и α_w .

13. По табл. 3 по эквивалентным числам зубьев $z_v = z/\cos^3\beta$ выбрать коэффициенты формы зуба шестерни и колеса (Y_{F1} и Y_{F2}). Промежуточные значения вычислить интерполированием.

Таблица 3

Эквивалентное число зубьев z	Коэффициент смещения x							
	0,7	0,5	0,3	0,1	0	-0,1	-0,3	-0,5
	Значения коэффициента Y_F							
14	3,12	3,42	3,73	-	-	-	-	-
16	3,15	3,40	3,72	-	-	-	-	-
17	3,16	3,40	3,67	4,03	4,26	-	-	-
18	3,17	3,39	3,64	3,97	4,20	-	-	-
19	3,18	3,39	3,62	3,92	4,11	4,32	-	-
20	3,19	3,39	3,61	3,89	4,08	4,28	-	-
21	3,20	3,39	3,60	3,85	4,01	4,22	-	-
22	3,21	3,39	3,59	3,82	4,00	4,20	-	-
24	3,23	3,39	3,58	3,79	3,92	4,10	-	-
25	3,24	3,39	3,57	3,76	3,90	4,05	4,28	-
28	3,27	3,40	3,56	3,72	3,82	3,95	4,22	-
30	3,28	3,40	3,54	3,70	3,80	3,90	4,14	-
32	3,29	3,41	3,54	3,69	3,78	3,87	4,08	4,45
37	3,32	3,42	3,53	3,64	3,71	3,80	3,96	4,20
40	3,33	3,42	3,53	3,63	3,70	3,77	3,92	4,13
45	3,35	3,43	3,52	3,62	3,68	3,72	3,86	4,02
50	3,38	3,44	3,52	3,60	3,65	3,70	3,81	3,96
60	3,41	3,47	3,53	3,59	3,62	3,67	3,74	3,84
80	3,45	3,50	3,54	3,58	3,61	3,61	3,68	3,73
100	3,49	3,52	3,55	3,58	3,60	3,64	3,65	3,68
150	-	-	-	-	3,60	3,63	3,63	3,63
Рейка	-	-	-	-	3,63			

Форма контроля: выполнить проверочный расчёт цилиндрической зубчатой передачи.

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте определение зубчатой передачи.
2. Как определяют вращающие моменты на валу шестерни T_1 и колеса T_2 ?
3. Как определяют межосевое расстояние передачи?
4. Как определяют модуль зацепления и принять его по стандарту?
5. Как определяют суммарное число зубьев?
6. Как определяют фактическое передаточное число?
7. Как определяют основные геометрические размеры шестерни и колеса?
8. Как определяют силы в зацеплении?
9. Как определяют окружную скорость зубчатых колёс?
10. Как определяют контактные напряжения рабочих поверхностей зубьев?

Практическая работа №2 (1 час)

Тема: «Исследование устройства и подбора подшипников по деталям узлов»

Цель: получить практические навыки устройства и подбора подшипников по деталям узлов.

Задачи:

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Формируемые компетенции: ОК 1 - ОК 7; ПК 1.1; ПК 1.2; ПК 1.3; ПК 2.1; ПК 2.2; ПК 2.3; ПК 3.1; ПК 3.2.

Материально - техническое оснащение:

1. Мультимедийный проектор;
2. Тетрадь для практических работ.
3. Набор плакатов с конструкцией, маркировкой подшипников.

Литература и информационные источники:

1. Джамай В.В., Самойлов Е.А., Станкевич А.И, Чуркина Т.Ю., Техническая механика [Текст]: Учебник для СПО – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 360 с.
2. Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. Расчет и основы конструирования деталей машин [текст]: Учебник: В 2 томах Том 1: Исходные положения. Соединение деталей машин. Детали передач / Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. – Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 240 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/854569>
3. Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. Расчет и основы конструирования деталей машин [текст]: Учебник: В 2 томах Том 2: Механические передачи / Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. –Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 248 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/924023>

Теоретическая часть

Назначение подшипников – поддерживать вращающиеся валы и оси в пространстве, обеспечивая им возможность вращения или качения, и воспринимать действующую на них нагрузку.

Подшипники качения – это опоры вращающихся или качающихся деталей, использующие элементы качения (шарики, ролики, иглы) и работающие на основе трения качения.

Электродвигатели, подъемно-транспортные и сельскохозяйственные машины, летательные аппараты, локомотивы, вагоны, металлорежущие станки, зубчатые редукторы и многие другие механизмы и машины в настоящее время немыслимы без подшипников качения.

Подшипники качения состоят из двух колец — внутреннего 1 и наружного 3, тел качения 2 (шариков или роликов) и сепаратора 4 (рис. 1, а). В зависимости от формы тел качения различают подшипники шариковые (рис. 1, д, б, ж, и) и роликовые (рис. 1, в, г, е, з, к). Разновидностью роликовых подшипников являются игольчатые подшипники (рис. 1, д).

Основными элементами подшипников качения являются тела качения - шарики или ролики, установленные между кольцами и удерживаемые сепаратором на определенном расстоянии друг от друга.

Достоинства подшипников качения:

- низкое трение, низкий нагрев;
- экономия смазки;
- высокий уровень стандартизации;
- экономия дорогих антифрикционных материалов.

Недостатки подшипников качения:

- высокие контактные напряжения, и поэтому ограниченный срок службы;
- высокие габариты (особенно радиальные) и вес;
- высокие требования к оптимизации выбора типоразмера;
- большая чувствительность к ударным нагрузкам вследствие большой жесткости конструкции;
- повышенный шум;
- слабая виброзащита, более того, подшипники сами являются генераторами вибрации за счёт даже очень малой неизбежной неравномерности тел качения.

Материалы

Материалы подшипников качения назначаются с учётом высоких требований к твёрдости и износостойкости колец и тел качения. Здесь используются шарикоподшипниковые высокоуглеродистые хромистые стали **ШХ15** и **ШХ15СГ**, а также цементируемые легированные стали **18ХГТ** и **20Х2Н4А**. Твёрдость колец и роликов обычно **HRC 60...65**, а у

шариков немного больше – **HRC 62... 66**, поскольку площадка контактного давления у шарика меньше. Сепараторы изготавливают из мягких углеродистых сталей либо из антифрикционных бронз для высокоскоростных подшипников. Широко внедряются сепараторы из дюралюминия, металлокерамики, текстолита, пластмасс.

Для обеспечения нормальной и долговечной работы подшипников качения к качеству их изготовления и термической обработке тел качения и колец предъявляют высокие требования.

Подшипники качения — это опоры вращающихся или качающихся деталей. Подшипники качения в отличие от подшипников скольжения стандартизованы.

Подшипники качения различных конструкций (диапазон наружных диаметров 1,0-2600мм, масса 0,5-3,5т, например, микроподшипники с шариками диаметром 0,35 мм и подшипники с шариками диаметром 203мм) изготавливают на специализированных подшипниковых заводах.

Выпускаемые в СНГ подшипники качения классифицируют по способности воспринимать нагрузку — *радиальные, радиально-упорные, упорно-радиальные и упорные.*

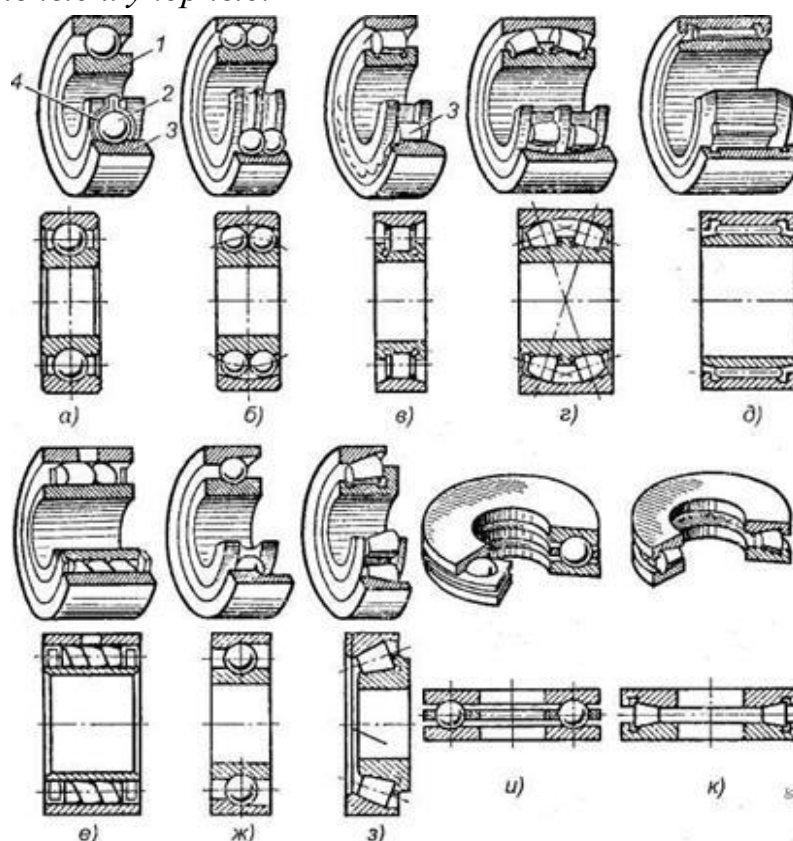


Рисунок 1. Подшипники качения: а, б, в, г, д, е — радиальные подшипники; ж, з — радиально-упорные подшипники; и, к — упорные подшипники; 1 — внутреннее кольцо; 2 — тело качения; 3 — наружное кольцо; 4 — сепаратор.

Радиальные подшипники (см. рис. 1, а-е) воспринимают (в основном) радиальную нагрузку, т.е. нагрузку, направленную перпендикулярно к геометрической оси вала.

Упорные подшипники (см. рис. 1, и, к) воспринимают только осевую нагрузку.

Радиально-упорные (см. рис. 1, ж, з) и упорно-радиальные подшипники могут одновременно воспринимать как радиальную, так и осевую нагрузку. При этом упорно-радиальные подшипники предназначены для преобладающей осевой нагрузки.

В зависимости от соотношения размеров наружного и внутреннего диаметров, а также ширины подшипники делят **на серии**: сверхлегкую, особо легкую, легкую, среднюю, тяжелую, легкую широкую, среднюю широкую.

В зависимости от серии при одном и том же внутреннем диаметре кольца подшипника наружный диаметр кольца и его ширина изменяются.

По форме тел качения подшипники делят на шариковые (см. рис. 1, а, б, ж, и), с цилиндрическими роликами (см. рис. 1, в), с коническими роликами (см. рис. 1, з, к), игольчатые (см. рис. 1, д), с витыми роликами (см. рис. 1, е), с бочкообразными роликами (сферическими) (см. рис. 1, г).

Тела качения игольчатых подшипников тонкие ролики — иглы диаметром 1,6-5мм. Длина игл в 5-10 раз больше их диаметра. Сепараторы в игольчатых подшипниках отсутствуют.

По числу рядов тел качения различают однорядные (см. рис. 1, а, в, д-к) и двухрядные (см. рис. 1, б, г) подшипники качения.

По конструктивным и эксплуатационным признакам подшипники делят на самоустанавливающиеся (см.рис.1, б,г)

и несамоустанавливающиеся (см. рис. 1, а, в, д-к).

Существует более 15 тыс. типоразмеров подшипников размером от 0,5мм до 2м и более, массой от 0,001 кг до 7 т.

Подшипники в диапазоне внутренних диаметров 3...10мм стандартизированы через 1мм, от 10 до 20мм – через 2...3мм, до 110мм – через 5мм, до 200мм – через 10мм, до 500мм – через 20мм.

Подшипники качения по направлению воспринимаемой нагрузки разделяют на:

- радиальные, предназначенные восприятия радиальной нагрузки (поперек продольной оси вращения) и меньшие по величине осевые нагрузки, допускают небольшие перекосы (до $1/4^\circ$);

- упорные, воспринимающие только осевую нагрузку;

- радиально-упорные, воспринимающие комбинированную (осевую и радиальную) нагрузку.

По форме тел качения подшипники делят на шариковые (см. рис. 1, а, б, ж, и), с цилиндрическими роликами (см. рис. 1, в), с коническими роликами (см. рис. 1, з, к), игольчатые (см. рис. 1, д), с витыми роликами (см. рис. 1, е), с бочкообразными роликами (сферическими) (см. рис. 1б, г). Тела качения игольчатых подшипников тонкие ролики — иглы диаметром 1,6—5 мм. Длина игл в 5—10 раз больше их диаметра. Сепараторы в игольчатых подшипниках отсутствуют.

По числу рядов тел качения различают однорядные (см. рис. 1, а, в, д—к) и двухрядные (см. рис. 1, б, г) подшипники качения. **По конструктивным и эксплуатационным признакам** подшипники делят на самоустанавливающиеся (см. рис. 1, б, г) и несамоустанавливающиеся (см. рис. 1, а, в, д-к).

Маркировка подшипников качения

Каждый подшипник качения имеет условное клеймо, обозначающее тип, размер, класс точности, завод-изготовитель.

На неразъемные подшипники клеймо наносят на одно из колец, на разборные — на оба кольца, например, на радиальный подшипник с короткими цилиндрическими роликами (см. рис. 1, в), где наружное кольцо без бортов и свободно снимается, а внутреннее кольцо с бортами составляет комплект с сепаратором и роликами.

Под типом подшипника понимают его конструктивную разновидность, определяемую по признакам классификации.

Условное обозначение подшипника составляется из цифр (максимальное количество цифр 7) и характеризует внутренний диаметр ПК, его серию, тип, конструктивную разновидность. Порядок отсчёта цифр справа налево (рис. 2).

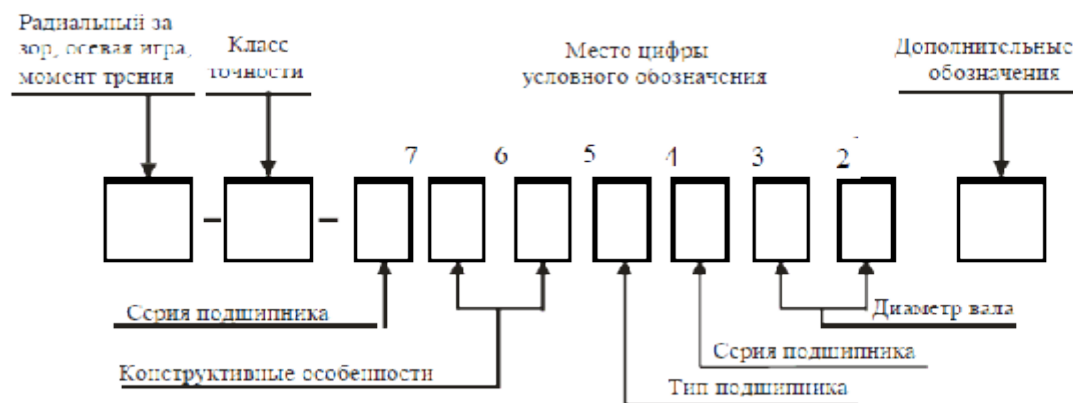


Рисунок 2. Пример маркировки подшипника

Первая и вторая цифры справа условно обозначают его номинальный внутренний диаметр d (диаметр вала). Для определения истинного размера d (в миллиметрах) необходимо указанные две цифры умножить на пять. Например, подшипник ...04 имеет внутренний диаметр $(04 \times 5) = 20$ мм. Это правило распространяется на подшипники с цифрами ...04 и выше, до ...99, т. е. для $J=20h-495$ мм. Подшипники с цифрами... 00 имеют $d=10$ мм; ...01 $d=12$ мм; ...02 $d=15$ мм; ...03 $d=17$ мм.

Третья цифра справа обозначает серию подшипника, определяя его наружный диаметр: 1 — особо легкая, 2 — легкая; 3 — средняя, 4 — тяжелая; 5 — легкая широкая, 6 — средняя широкая.

На один и тот же диаметр шейки вала предусматривается несколько серий подшипников, которые отличаются размерами колец и тел качения и соответственно величиной воспринимаемых нагрузок (рис.3).

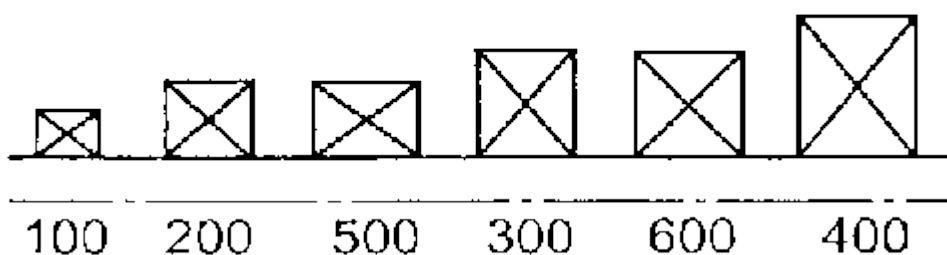


Рисунок 3.

Таблица 1.

Характеристика по диаметру	Особо лёгкая				Лёгкая				Средняя				Тяжёлая						
	Узкая	Нормальная	Широкая	Особо широкая	Особо узкая	Узкая	Нормальная	Широкая	Особо широкая	Особо узкая	Узкая	Нормальная	Широкая	Особо широкая	Узкая	Широкая			
Обозначения	3 место	1	1	1	1	1	2	2	2	5	2	2	3	3	3	6	3	4	4
	7 место	7	0	2	3	4	8	0	1	8	3	4	8	0	1	0	3	0	2

Четвертая цифра справа обозначает тип подшипника.

Если эта цифра 0, то это означает, что подшипник радиальный шариковый однорядный; шариковый однорядный (если левее 0 нет цифр, то 0 не указывают);

- 1 — радиальный шариковый двухрядный сферический;
- 2 — радиальный с короткими цилиндрическими роликами;
- 3 — радиальный роликовый двухрядный сферический;
- 4 — игольчатый или роликовый с длинными цилиндрическими роликами;
- 5 — роликовый с витыми роликами;
- 6 — радиально-упорный шариковый;
- 7 — роликовый конический (радиально-упорный);
- 8 — упорный шариковый; 9 — упорный роликовый.

шариковый радиальный однорядный	0
шариковый радиальный сферический	1
роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами	2
роликовый радиальный сферический	3
роликовый радиальный с длинными цилиндрическими или игольчатыми роликами	4
роликовый радиальный с витыми роликами	5
шариковый радиально-упорный	6
роликовый конический	7
шариковый упорный и шариковый упорно-радиальный	8
роликовый упорный и роликовый упорно-радиальный	9

Так, например, подшипник 7208 является роликовым коническим.

Пятая и шестая цифры справа характеризуют конструктивные особенности подшипника (неразборный, с защитной шайбой, с закрепительной втулкой и т.п.).

Например:

50312 — радиальный однорядный шарикоподшипник средней серии с состопорной канавкой на наружном кольце;

150312 — тот же подшипник с защитной шайбой;

36312 — радиально-упорный шариковый однорядный подшипник средней серии, неразборный (<http://discover-thailand.ru/frukti-thailanda.html>).

Седьмая цифра справа характеризует **серию** подшипника по ширине. ГОСТом установлены следующие классы точности подшипников качения:

0 — нормальный класс (как правило, 0 в обозначении не указывают);
6 — повышенный; 5 — высокий, 4 — особо высокий, 2 — сверхвысокий.

Цифру, обозначающую класс точности, ставят слева от условного обозначения подшипника и отделяют от него знаком тире; например, 206 означает шариковый радиальный подшипник легкой серии с номинальным диаметром 30 мм, класса точности 0.

Кроме цифр основного обозначения слева и справа от него могут стоять **дополнительные буквенные или цифровые знаки**, характеризующие специальные условия изготовления данного подшипника.

Так, класс точности маркируют цифрой слева через тире от основного обозначения.

В порядке повышения точности **классы точности** обозначают: 0, 6, 5, 4, 2.

Класс точности, обозначаемой цифрой 0 и соответствующей нормальной точности, не проставляют.

В общем машиностроении применяют подшипники классов 0 и 6, в изделиях высокой точности или работающих с высокой частотой вращения (шпиндельные узлы скоростных станков, высокооборотные электродвигатели и др.) применяют подшипники класса 5 и 4, подшипники класса точности 2 используют в гироскопических приборах.

Так, например, подшипник **7208** — класса точности 0.

Помимо приведенных выше, имеются и дополнительные (более высокие и более низкие) классы точности.

В зависимости от наличия дополнительных требований к уровню вибраций, отклонениям формы и расположения поверхностей качения, моменту трения и др. установлены **три категории подшипников:**

A — повышенные регламентированные нормы;

B — регламентированные нормы;

C — без дополнительных требований.

Возможные знаки справа от основного обозначения:

E — сепаратор выполнен из пластических материалов;

P — детали подшипника из теплостойких сталей;

C — подшипник закрытого типа при заполнении смазочным материалом и др.

Дополнительные условные обозначения подшипников	Отличительные признаки подшипников
Б Г Д Е Л К Р С1, С2, С3, С4, С5, С6, С7, С8	Сепаратор: из безоловянистой бронзы массивный из черных металлов из алюминиевых сплавов из пластических материалов из латуни Конструктивные изменения деталей. Железный штампованный сепаратор для подшипников с короткими цилиндрическими роликами Детали из теплостойкой стали Подшипники шариковые радиальные однорядные с двумя защитными шайбами типа 80000, заполненные специальной смазкой, обозначенной цифрой при букве С
Т, Т1, Т2, Т3 и т.д. У Ш Х Э Ю Я	Специальные требования: к температуре отпуска деталей (цифра при букве Т соответствует определённой температуре отпуска колец) к параметрам шероховатости, радиальному зазору и осевой игре, к технологии изготовления (свинцевание, анодирование, кадмирование) колец из стали ШХ15 или штампованных сепараторов из стали 10 или 20 по шуму Детали: из цементируемой стали; из стали со специальными присадками (ванадий, кобальт и др.) из коррозионно-стойкой стали из редко применяемых материалов (пластмасса, стекло, керамика и т.д.)

Примеры обозначений подшипников:

311 — подшипник шариковый радиальный однорядный, средней серии диаметров 3, серии ширин 0, с внутренним диаметром $d=55$ мм, основной конструкции, класса точности 0;

6-36209 — подшипник шариковый радиально-упорный однорядный, легкой серии диаметров 2, серии ширин 0, с внутренним диаметром $d=45$ мм, с углом контакта $\alpha=12^\circ$, класса точности 6;

4-12210 — подшипник роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами, легкой серии диаметров 2, серии ширин 0, с внутренним диаметром $d=50$ мм, с одним бортом на наружном кольце (см. рис. 14.9, б), класса точности 4;

4-3003124Р — подшипник роликовый радиальный сферический двухрядный особо легкой серии диаметров 1, серии ширин 3, с внутренним диаметром $d=120$ мм, основной конструкции, класса точности 4, детали подшипника изготовлены из теплостойких сталей.

Характеристики и область применения подшипников качения

Наибольшее распространение получили **шариковые радиальные однорядные подшипники** (см. рис. 1, а). Эти подшипники допускают сравнительно большую угловую скорость, особенно с сепараторами из цветных металлов или из пластмасс, допускают небольшие перекосы вала (от 15' до 30') и могут воспринимать незначительные осевые нагрузки. Допустимая осевая нагрузка для радиальных несамоустанавливающихся подшипников не должна превышать 70% от неиспользованной радиальной грузоподъемности подшипника.

Роликовые радиальные подшипники с короткими роликами (см. рис. 1, в) по сравнению с аналогичными по габаритным размерам шарикоподшипниками обладают увеличенной грузоподъемностью, хорошо выдерживают ударные нагрузки. Однако они совершенно не воспринимают осевых нагрузок и не допускают перекоса вала (ролики начинают работать кромками, и подшипники быстро выходят из строя).

Роликовые радиальные подшипники с витыми роликами (см. рис. 1, е) применяют при радиальных нагрузках ударного действия; удары смягчаются податливостью витых роликов. Эти подшипники менее требовательны к точности сборки и к защите от загрязнений, имеют незначительные радиальные габаритные размеры.

Игольчатые подшипники (см. рис. 1, д) отличаются малыми радиальными габаритными размерами, находят применение в тихоходных (до 5 м/с) и тяжелонагруженных узлах, так как выдерживают большие радиальные нагрузки. В настоящее время их широко используют для замены подшипников скольжения. Эти подшипники воспринимают только радиальные нагрузки и не допускают перекоса валов. Для максимального уменьшения размеров применяют подшипники в виде комплекта игл, непосредственно опирающихся на вал, с одним наружным кольцом.

Самоустанавливающиеся радиальные двухрядные сферические шариковые (рис. 1, б) и **роликовые** (см. рис. 1, г) подшипники применяют в тех случаях, когда перекося колец подшипников может составлять до 2—3°. Эти подшипники допускают незначительную осевую нагрузку (порядка 20% от неиспользованной радиальной) и осевую фиксацию вала. Подшипники имеют высокие эксплуатационные показатели, но они дороже, чем однорядные.

Конические роликоподшипники (см. рис. 1, з) находят применение в узлах, где действуют одновременно радиальные и односторонние осевые нагрузки. Эти подшипники могут воспринимать также и ударные нагрузки.

Радиальная грузоподъемность их в среднем почти в 2 раза выше, чем у радиальных однорядных шарикоподшипников. Их рекомендуется устанавливать при средних и низких угловых скоростях вала (до 15 м/с).

Аналогичное использование имеют радиально-упорные шарикоподшипники (см. рис. 1, ж), применяемые при средних и высоких угловых скоростях. Радиальная грузоподъемность у этих подшипников на 30—40 % больше, чем у радиальных однорядных. Их выполняют разъемными со съемным наружным кольцом и неразъемными.

Шариковые и роликовые упорные подшипники (см. рис. 1, и, к) предназначены для восприятия односторонних осевых нагрузок. Применяются при сравнительно невысоких угловых скоростях, главным образом на вертикальных валах. Упорные подшипники радиальную нагрузку не воспринимают. При необходимости установки упорных подшипников в узлах, где действуют не только осевые, но и радиальные нагрузки, следует дополнительно устанавливать радиальные подшипники.

Определим относительной погрешности измерения характерных размеров и веса подшипников по сравнению с величинами этих размеров и весов по таблицам ГОСТа.

Для этого используем формулу:

$$\delta = [(N \text{ табл.} - N \text{ измер.}) / N \text{ табл.}] \cdot 100\% ;$$

где $N \text{ табл.}$ – табличное значение соответствующего размера (веса) подшипника, мм (Н);

$N \text{ измер.}$ – измеренное значение соответствующего размера или веса подшипника, мм (Н).

Форма контроля: письменные ответы на вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Назначение тел качения.
2. Положение центра тяжести подшипника.
3. Что увеличивается с увеличением размера подшипника?
4. Что лежит в основе определения типа подшипника?
5. Почему измеренные и табличные значения соответствующих размеров подшипников не совпадают?
6. Какова функция сепаратора?
7. Подшипники с какими телами качения могут выдерживать большую нагрузку?

Практическая работа № 3 (1 час)

Тема: «Исследование работы жидкости на примере совместной работы секции ТНВД и форсунки»

Цель: изучить работу жидкости на примере совместной работы секции ТНВД и форсунки.

Задачи:

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Формируемые компетенции: ОК 1 - ОК 7; ПК 1.1; ПК 1.2; ПК 1.3; ПК 2.1; ПК 2.2; ПК 2.3; ПК 3.1; ПК 3.2.

Материально - техническое оснащение:

1. Мультимедийный проектор;
2. Тетрадь для практических работ.

Литература и информационные источники:

1. Джамай В.В., Самойлов Е.А., Станкевич А.И, Чуркина Т.Ю., Техническая механика [Текст]: Учебник для СПО – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 360 с.
2. Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. Расчет и основы конструирования деталей машин [текст]: Учебник: В 2 томах Том 1: Исходные положения. Соединение деталей машин. Детали передач / Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. – Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 240 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/854569>
3. Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. Расчет и основы конструирования деталей машин [текст]: Учебник: В 2 томах Том 2: Механические передачи / Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. – Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 248 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/924023>

Теоретическая часть

Проверка и регулировка ТНВД и его агрегатов должна проводиться в помещении, оборудованном специальным стендом и вытяжной вентиляцией. Оборудование стенда должно отвечать требованиям ГОСТ по точности измерений. Схема элементов стенда приведена на рис. 1.

При проверке насосов серии УТН стенд должен иметь:

1. Форсунки типа ФД-22 со следующими параметрами:
 - давление начала впрыскивания – 180 – 187 бар,
 - эффективное проходное сечение распылителя – $0,225\text{мм}^2 \pm 4\%$ (стендовые форсунки);
2. Топливопроводы высокого давления со следующими параметрами:
 - наружный диаметр – 7 мм,
 - внутренний диаметр – $2 \pm 0,1$ мм, длина – 700 мм.

Проверка насосов должна проводиться на дизельном топливе марки Л по ГОСТ 305, температура топлива должна поддерживаться в диапазоне 23 – 33 °С.

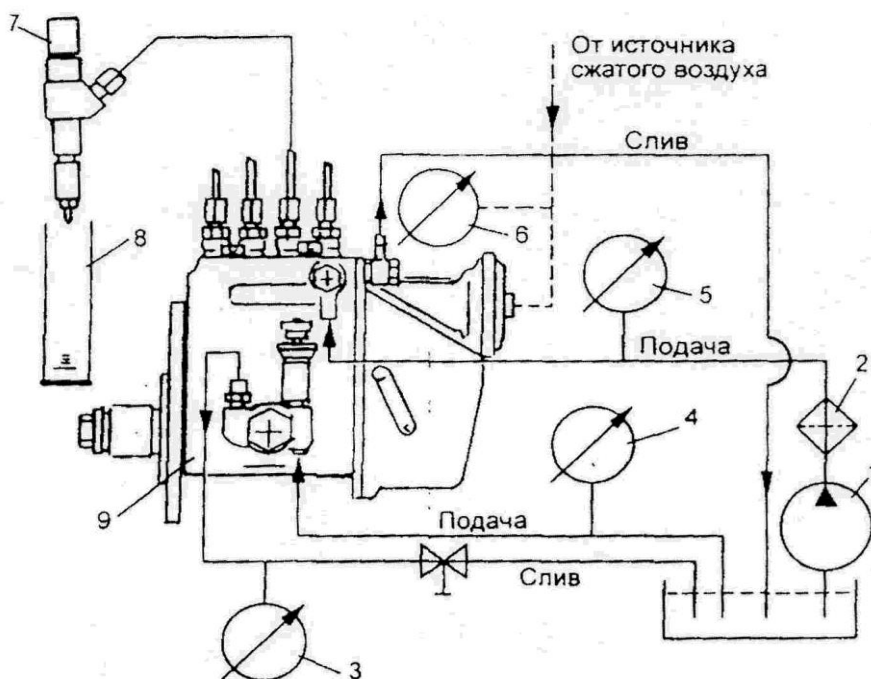


Рисунок 1. Схема элементов стенда для технического обслуживания и регулировки ТНВД
1 – подкачивающий насос; 2 – фильтр; 3, 5, 6 – манометры; 4 – вакуумметр;
7 – форсунка; 8 – мерная колба; 9 – испытываемый ТНВД

Соединение вала насоса со шпинделем стенда должно проводиться через муфту, не имеющую угловых зазоров.

Стенд и насос готовятся к проведению проверки и регулировки в следующем порядке:

1. Установить ТНВД на стенде и залить в корпус примерно 250 см^3 чистого моторного масла;

2. Закрепить шланги подвода и отвода топлива в соответствии со схемой стенда;
3. Подсоединить к штуцерам насоса и форсункам трубки высокого давления;
4. Вывести насос на режим 750 ± 25 об/мин и обкатать в течение 30 минут при переменном положении рычага управления. Во время обкатки следить за отсутствием течей, ненормального звука и местных нагревов до температуры свыше 80°C .
5. Провести предварительную регулировку неравномерности подачи по секциям, для чего необходимо:
 - 5.1. Вывести ТНВД на режим 600 – 700 об/мин и перевести рычаг управления в положение максимальной подачи топлива.
 - 5.2. Провести замер подачи топлива секциями насоса. Если отклонение подачи по секциям превышает 20% от средней величины – отрегулировать подачу.

Методика проверки и регулировки ТНВД на примере насосов типа УТН

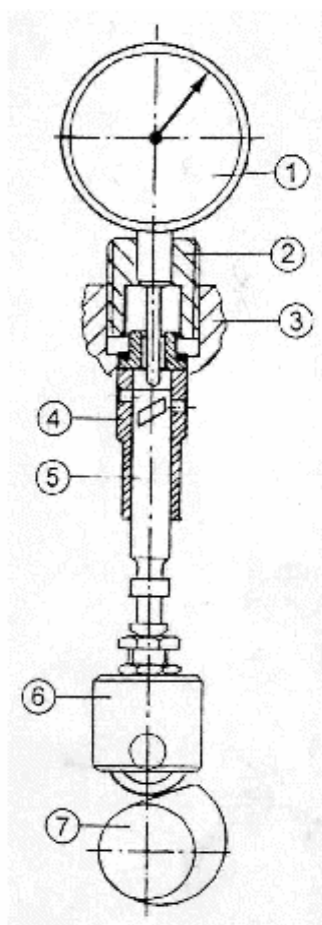


Рис. 2 Схема установки индикатора
 1 – индикатор; 2 – адаптер; 3 – корпус ТНВД; 4 – втулка; 5 – плунжер; 6 – толкатель; 7 – кулачек привода.

1. Регулировка начала нагнетания топлива

Регулировку начала нагнетания топлива проводят в следующей последовательности:

1.1. Вывернуть штуцер первой секции (отсчет от фланца насоса) и удалить нагнетательный клапан и пружину. Седло клапана снимать не надо.

1.2. Повернуть вал насоса в положение нижней точки хода плунжера первой секции.

1.3. Через адаптер установить на первую секцию индикатор часового типа так, чтобы его ножка опиралась на торец плунжера.

1.4. Обнулить показания индикатора. Поворачивая вал насоса на $10-15^\circ$ в обе стороны, убедиться в том, что стрелка индикатора не отклоняется от 0.

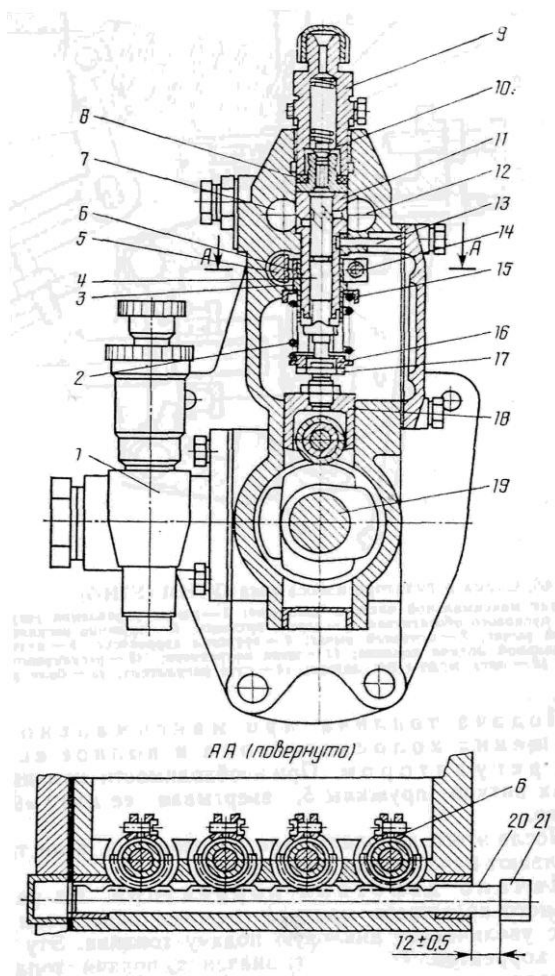
1.5. Поворачивая вал насоса по ходу вращения, установить подъем плунжера, равный $3,3 \pm 0,5$ мм (для насоса 4УТНИ-Т- 111007-10 дизеля Д245.12С $4,4 \pm 0,5$ мм).

1.6. Отметить на лимбе стенда угол, соответствующий данному подъему плунжера и принять его за нулевую точку отсчета.

1.7. Снять индикатор и адаптер, установить нагнетательный клапан, пружину и штуцер, затянув его моментом 98 – 108 Н·м.

1.8. Заполнить ТНВД топливом от подкачивающего насоса.

1.9. Установить на штуцер первой секции моментоскоп (стеклянная трубка с внутренним диаметром 1-2 мм и резиновым наконечником). Включить подкачивающий насос стенда. При положении плунжера в нижней мертвой точке и давлении в полости низкого давления ТНВД 0,7 – 1,3 бар движение столба жидкости в моментоскопе не допускается. Если движение топлива есть – заменить нагнетательный клапан.



1.10. Перевести рычаг управления насоса в положение максимальной подачи.

1.11. Отвести вал насоса от нулевой метки на $60 - 90^\circ$ против направления вращения. Движением в обратном направлении заполнить трубку моментоскопа топливом. Если трубка не заполнилась сразу – повторить операцию.

1.12. Отвести вал насоса от нулевой метки на $60 - 90^\circ$ и медленно вращать вал по направлению вращения до начала движения столба топлива в трубке моментоскопа.

Рисунок 3. Поперечный разрез ТНВД типа УТН

1 – топливоподкачивающий насос; 2 – пружина плунжера; 3 – поворотная втулка; 4 – плунжер; 5 – рейка; 6 – зубчатый венец; 7 и 12 – наполнительная и отсечная полости; 8 – прокладка; 9 – штуцер; 10 – нагнетательный клапан; 11 – втулка плунжера; 13 – штифт; 14 – стяжной винт; 15 – верхняя тарелка пружины плунжера; 16 – нижняя тарелка пружины; 17 – регулировочный болт толкателя; 18 – толкатель плунжера; 19 – кулачковый вал; 20 – рейка; 21 – поводок рейки

1.13. Если начало впрыска не совпадает с нулевой отметкой на лимбе стенда, ослабьте контргайку регулировочного болта толкателя плунжера (см. рис. 3) и поворотом болта измените высоту установки плунжера. Если начало впрыска происходит позже нулевой отметки, плунжер нужно поднять (вывернуть регулировочный болт), если начало впрыска происходит раньше – плунжер нужно опустить. Повторить пункт 12. Затянуть контргайку регулировочного болта моментом 30 – 40 Н·м.

1.14. Повернуть вал насоса по ходу вращения на 90° и поставить на лимбе стенда метку начала подачи для 3-й секции насоса. Повторить операции пп. 8 – 13. Отклонение начала подачи третьей секции от первой не должно превышать ± 30'.

1.15. Повернуть вал насоса по ходу вращения на 180° от нулевой метки. Отрегулировать угол начала подачи 4-й секции (см. пп. 8 – 14).

1.16. Повернуть вал насоса по ходу вращения на 270° от нулевой метки. Отрегулировать угол начала подачи 2-й секции (см. пп. 8 – 14).

2. Регулировка неравномерности подачи по секциям

Регулировка проводится на номинальной частоте вращения при номинальной подаче топлива, указанной в регулировочных картах (см. табл. 3).

1. Вывести насос на номинальную частоту вращения.

2. Измерить подачу топлива отдельными секциями насоса.

Подсчитайте среднеарифметическое значение подачи всех секций. Значение цикловой подачи отдельной секции определяется по формуле:

$$q_{ц} = \frac{(Q_{нс} / i) \cdot 1000}{\text{мм}^3},$$

где $Q_{нс}$ – объем топлива, поданный секцией в мерную колбу в см³;
 i – число циклов, за которое определяется подача топлива.

3. Если среднее значение цикловой подачи секций не равно указанному в регулировочной карте (точка Е на рис. 4), отрегулировать подачу поворотом винта номинальной подачи 10 (см. рис. 5).

При заворачивании болта в корпус подача увеличивается, при выворачивании – уменьшается.

Установить подачу каждой секции, равную номинальной, для этого:

1. Нанести на поворотную втулку плунжера и зубчатый венец метки относительного положения (см. рис. 3);

2. Ослабить винт крепления зубчатого венца;

3. Повернуть втулку: влево – подача увеличивается, вправо – уменьшается.

Поворот втулки производить на небольшой угол;

4. Затянуть винт зубчатого венца;

5. Измерить подачу топлива секции;
6. Повторить операции пп. 4.1 – 4.5 для остальных секций до достижения неравномерности подачи δ , равной 3%. Подсчет неравномерности

$$\delta = \frac{2(q_{ц\max} - q_{ц\min})}{q_{ц\max} + q_{ц\min}} 100\%$$

проводится по формуле: $\delta = \frac{2(q_{ц\max} - q_{ц\min})}{q_{ц\max} + q_{ц\min}} 100\%$, где $q_{ц\max}$ – максимальная подача одной из четырех секций, $q_{ц\min}$ – минимальная подача одной из четырех секций.

Результаты регулировки неравномерности подачи топлива необходимо свести в таблицу 1:

Таблица 1

	1-я секция		2-я секция		3-я секция		4-я секция		δ , %
	$Q_{нс}$, см ³	$q_{ц}$, мм ³	$Q_{нс}$, см ³	$q_{ц}$, мм ³	$Q_{нс}$, см ³	$q_{ц}$, мм ³	$Q_{нс}$, см ³	$q_{ц}$, мм ³	
до регулировки									
после регулировки									

3. Формирование внешней скоростной характеристики ТНВД

Под формированием внешней скоростной характеристики насоса понимается установление подач топлива на режимах пуска, максимального крутящего момента, номинальной частоты вращения, начала действия регулятора, максимальной частоты холостого хода и конца действия регулятора в соответствии с регулировочными картами (см. табл. 3). Вид внешней скоростной характеристики насоса представлен на рис. 4.

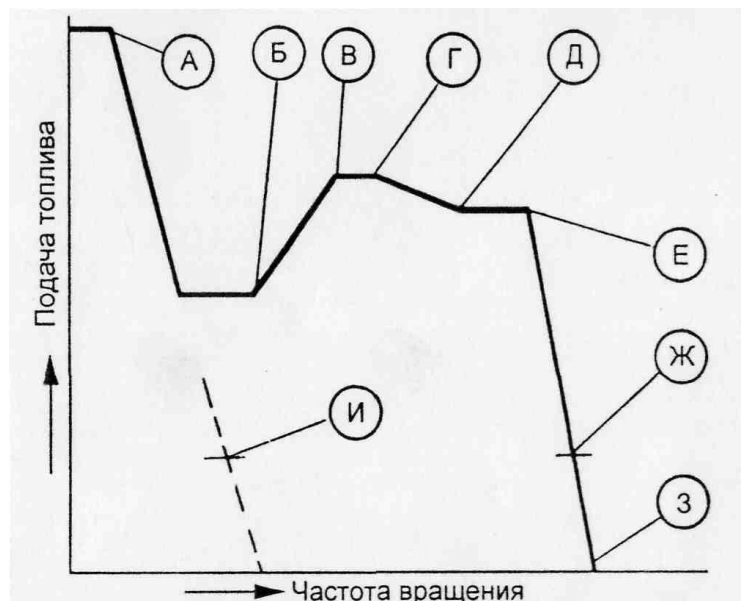


Рисунок 4. Внешняя скоростная характеристика ТНВД

- А – стартовая подача; Б – начало работы корректора по наддуву (обратного корректора);
- В – конец работы корректора по наддуву (обратного корректора);
- Г – конец работы положительного корректора; Д – начало работы положительного корректора; Е – начало действия регулятора максимальной частоты вращения;
- Ж – подача максимального холостого хода; З – конец действия регулятора максимальной частоты вращения; И – подача минимального холостого хода.

Проверка стартовой подачи топлива

Стартовая подача топлива (точка А на рис.4) проверяется в следующем порядке:

1. Вывести насос на режим 100 мин^{-1} и перевести рычаг управления в режим максимальной подачи. Проверить соответствие стартовой подачи регулировочной карте (должна быть не менее 145 мм^3).
2. Регулировка стартовой подачи производится изменением положения болта раскрытия основного и промежуточного рычагов регулятора 15 (см. рис. 5). Увеличение угла расхождения рычагов увеличивает стартовую подачу.

Установление подачи топлива на режиме максимального крутящего момента

Подача топлива на режиме максимального крутящего момента устанавливается в соответствии с коэффициентом коррекции топливоподачи. Коэффициент коррекции K представляет собой отношение подач на режиме максимального крутящего момента и номинальной частоты вращения:

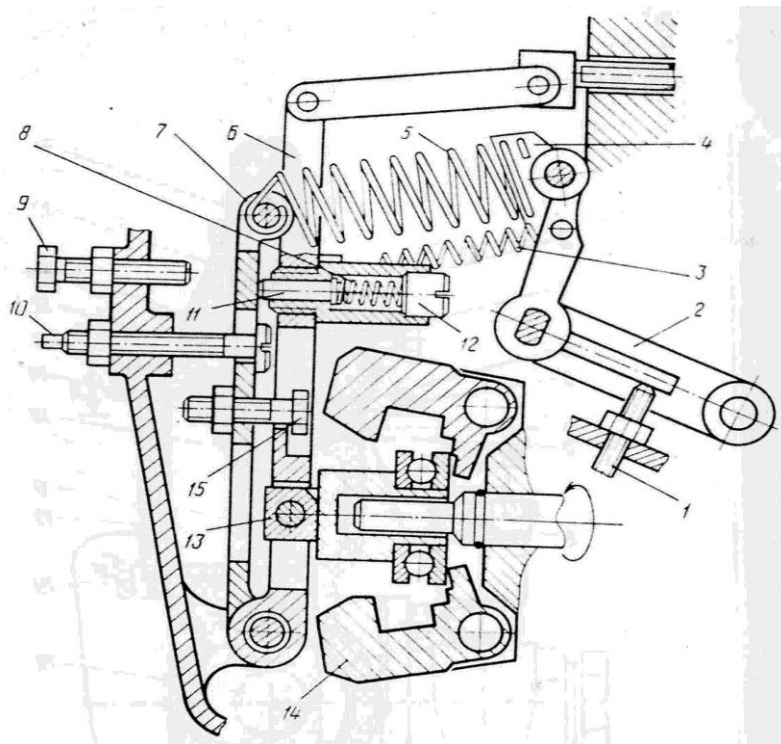


Рисунок 5. Схема регулятора насоса типа УТН

- 1 – болт регулировки максимальной частоты вращения; 2 – рычаг управления регулятором; 3 – пружина пускового обогатителя; 4 – серьга пружины; 5 – пружина регулятора; 6 – промежуточный рычаг; 7 – основной рычаг; 8 – пружина корректора; 9 – винт упора; 10 – винт номинальной подачи топлива; 11 – шток корректора; 12 – регулировочный винт корректора; 13 – пята муфты регулятора; 14 – груз регулятора; 15 – болт раскрытия рычагов.

$$K = \frac{q_{ц\max}}{q_{цном}}$$

В регулировочных картах могут быть указаны либо коэффициент коррекции, либо непосредственно цикловая подача на режиме максимального крутящего момента.

Для атмосферных дизелей коррекция подачи обеспечивается регулировкой положительного корректора в регуляторе, для надувных – совместной настройкой положительного корректора и корректора по наддуву.

Регулировка положительного корректора производится в следующем порядке:

1. Вывести насос на частоту режима максимального крутящего момента (см. регулировочные карты, табл. 3);
2. Перевести рычаг управления в положение максимальной подачи.

3. Последовательными измерениями подачи топлива с шагом $30 - 50 \text{ мин}^{-1}$ в зоне частот вращения максимального момента определить точку максимальной подачи топлива (точка Г на рис. 4).
4. Если средняя подача топлива в точке Г не соответствует указанной в регулировочной карте – изменить ход штока корректора. Увеличение хода штока корректора увеличивает коэффициент коррекции (подачу топлива);
5. Если частота вращения конца работы положительного корректора, т.е. полного утопления штока корректора (точки Г) больше допустимой – уменьшите преднатяг пружины корректора, выворачивая регулировочный винт 12 (см. рис. 5), если меньше – увеличьте преднатяг пружины.
6. Последовательными измерениями подачи топлива с шагом $30 - 50 \text{ мин}^{-1}$ в зоне частот вращения, соответствующих началу работы корректора, определить частоту включения корректора (точка Д). Если частота вращения начала срабатывания корректора выходит за допустимый диапазон – заменить пружину корректора. При превышении частоты вращения следует установить пружину большей жесткости, при уменьшении – наоборот.

Регулировка начала действия регулятора

Для регулировки начала действия регулятора **необходимо:**

1. Вывернуть болт упора максимальной частоты вращения 1 (см. рис. 5);
2. Вывести насос на скоростной режим, на 200 мин^{-1} выше номинальной частоты вращения и убедиться в отсутствии стуков в насосе и регуляторе.
3. Перевести насос на режим номинальной частоты вращения и, поворачивая рычаг управления насосом, следить за перемещением рейки. В момент полного захода рейки в корпус (номинальная подача) закрепить рычаг управления и завернуть болт упора 1 до касания рычага управления.
4. Последовательными измерениями подачи топлива с шагом по частоте вращения в $5 - 10 \text{ мин}^{-1}$ определить начало действия регулятора. За начало действия регулятора принимается частота вращения, при которой подача топлива становится ниже номинальной на $2,5 \text{ мм}^3$.
5. Отрегулировать частоту вращения, соответствующую началу действия регулятора изменением положения болта упора максимальной частоты вращения 1. Отворачивание винта увеличивает частоту вращения начала действия регулятора. Если этого недостаточно, изменяют число витков рабочей пружины 5, ввертывая или вывертывая ее из серьги 4.
6. После регулировки затянуть контргайку винта упора максимальной частоты вращения 1 моментом $4 - 5 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Регулировка конца действия регулятора

Для регулировки частоты вращения конца действия регулятора (точка З на рис. 4) **необходимо:**

1. Вывести насос на режим частоты отключения подачи регулятором (на 150 – 200 мин⁻¹ выше номинальной частоты, см. регулировочную карту в табл. 3).
2. Измерить подачу топлива. Подача не должна превышать 5 мм³. Если это не так – изменить длину пружины 5 поворотом в серье 4 (см. рис. 5) или заменить пружину на более мягкую. После этого необходимо заново отрегулировать начало действия регулятора.
3. При частоте, соответствующей отключению подачи топлива регулятором вернуть винт упора 9 до касания основного рычага 7, а затем отвернуть на 1 оборот и законтрить.
4. Установить частоту вращения, соответствующую максимальному холостому ходу (точка Ж). Измерить подачу топлива и сравнить ее с данными регулировочной карты.

Проверка регулятора минимального холостого хода

Для проверки действия регулятора минимального холостого хода (точка И на рис. 4) **необходимо:**

1. Установить частоту вращения насоса, соответствующую минимальному холостому ходу дизеля в соответствии с регулировочными картами;
2. Перемещая рычаг управления установить подачу минимального холостого хода согласно регулировочным картам;
3. Увеличить частоту вращения на 50 мин⁻¹ (относительно оборотов минимального холостого хода) – подача топлива должна уменьшиться примерно на 10 мм³.
4. Уменьшить частоту вращения на 50 мин⁻¹ (относительно оборотов минимального холостого хода) – подача топлива должна увеличиться примерно на 10 мм³.
5. Если подача топлива не изменяется или изменяется мало – заменить главную пружину регулятора, либо изменить положение положительного корректора в рычаге (обычно корректор следует вывернуть из рычага на 1 – 1,5 оборота).

При проверке регулировки ТНВД параллельно проверяют работу топливо подкачивающего насоса (ТПН). На всех режимах работы ТНВД при разрежении на входе в ТПН 0,2 бар последний должен развивать давление не ниже 1,3 бар.

Кроме работы ТПН проверяется давление срабатывания обратного клапана в полости низкого давления. Оно должно лежать в пределах 0,7 – 1,3 бар.

Результаты формирования внешней скоростной характеристики ТНВД сводятся в таблицу 2, по которой строится график характеристики (см. рис. 4).

Таблица 2

точка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
$n, \text{мин}^{-1}$											
$Q_{ц}, \text{мм}^3$											

Образец регулировочной карты, используемой при настройке насоса, показан в таблице 3.

Таблица 3

Дизель	$n_{п}, \text{МИН}^{-1}$	$Q_{цн}, \text{мм}^3$	$n_{кор}, \text{МИН}^{-1}$	$Q_{цкор}, \text{мм}^3$	$n_{вкл. кор.}, \text{МИН}^{-1}$	$n_{р}, \text{МИН}^{-1}$	$n_{хх.мах}, \text{МИН}^{-1}$	$Q_{ц.хх}, \text{мм}^3$	$n_{пол.вык л.}, \text{МИН}^{-1}$
Д144	1000	$71 \pm 1,0$	700 ... 750	79...83	-	1020	1060 ± 10	22,5	<1115
Д240	1100	$67 \pm 1,4$	700 ... 850	78,8... 83,3	1030...1090	1115...1125	1160 ± 10	22,5	<1250
Д242	900	$67 \pm 1,4$	700 ... 800	78,8... 83,7	830... 890	915... 925	950 ± 10	22,5	<1050
Д244	850	$67 \pm 1,4$	600 ... 700	70,7... 76,2	780... 845	865... 875	900 ± 10	27,4	<990
Д245	1100	$90 \pm 2,5$	700 ...	96,3... 104,4	1040...1090	1115...1125	1160 ± 10	22,5	<1250

			850						
Д246	750	76±1,8	-	-	-	760... 770	790± 10	22, 5	<860
Д247	117 5	62±1,5	830 ... 850	71,3... 73,9	1030...10 90	1195...12 05	1225± 10	27, 1	<1285
Д248	100 0	57±1,4	700 ... 800	61... 66,1	930... 990	1015...10 25	1050± 10	22, 5	<1050
Д50	850	73,5± 1,7	630 ... 660	85,3... 91,9	780... 845	865... 875	900+ 25	27, 2	<990
Д65	800	70,8± 1,7	550 ... 600	-	-	810... 820	860± 10	21, 7	<940
Д75П	100 0	85±1,8	700 ... 750	-	-	1035	1080± 10	30, 0	<1150
СМД1 4А	900	97,2± 2,4	700 ... 730	110,8...12 5,4	-	915... 925	950+ 20	40, 0	<1060
СМД1 8Н	900	111,6±2 ,5	700 ... 725	121,2...12 9,8	-	915... 925	950+ 20	47, 5	<1060

Форма контроля: письменные ответы на вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Какие параметры характеризуют процесс впрыска?
2. Как устроена и работа стенда для регулировки ТНВД?
3. Какую применяют методику для проверки и регулировки ТНВД?

Практическая работа № 4 (1 час)

Тема: «Исследование устройства и принципа действия гидрораспределителя»

Цель: изучение устройства и принцип действия гидрораспределителя.

Задачи:

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Формируемые компетенции: ОК 1 - ОК 7; ПК 1.1; ПК 1.2; ПК 1.3; ПК 2.1; ПК 2.2; ПК 2.3; ПК 3.1; ПК 3.2.

Материально - техническое оснащение:

1. Мультимедийный проектор;
2. Тетрадь для практических работ.

Литература и информационные источники:

1. Джамай В.В., Самойлов Е.А., Станкевич А.И, Чуркина Т.Ю., Техническая механика [Текст]: Учебник для СПО – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 360 с.
2. Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. Расчет и основы конструирования деталей машин [текст]: Учебник: В 2 томах Том 1: Исходные положения. Соединение деталей машин. Детали передач / Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. – Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 240 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/854569>
3. Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. Расчет и основы конструирования деталей машин [текст]: Учебник: В 2 томах Том 2: Механические передачи / Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. – Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 248 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/924023>

Теоретическая часть

В зависимости от конструкции и типа входящих в состав гидropередачи элементов объемные гидроприводы можно классифицировать по нескольким признакам.

1. По характеру движения выходного звена гидродвигателя:

- гидропривод вращательного движения (рис.1-2, а), когда в качестве гидродвигателя применяется гидромотор, у которого ведомое звено (вал или корпус) совершает неограниченное вращательное движение;

- гидропривод поступательного движения (рис.1-2, б, в), у которого в качестве гидродвигателя применяется гидроцилиндр - двигатель с возвратно-поступательным движением ведомого звена (штока поршня, плунжера или корпуса);
- гидропривод поворотного движения (рис.1-2, г), когда в качестве гидродвигателя применен поворотный гидроцилиндр, у которого ведомое звено (вал или корпус) совершает возвратно-поворотное движение на угол, меньший 360.

2. По возможности регулирования: регулируемый гидропривод, в котором в процессе его эксплуатации скорость выходного звена гидродвигателя можно изменять по требуемому закону. В свою очередь регулирование может быть дроссельным (рис.1-2, б, г), объемным (рис.1-2, а), объемно-дроссельным или изменением скорости двигателя, приводящего в работу насос. Регулирование может быть ручным или автоматическим. В зависимости от задач регулирования гидропривод может быть стабилизированным, программным или следящим. Регулированию гидропривода будет посвящена отдельная лекция; нерегулируемый гидропривод, у которого нельзя изменять скорость движения выходного звена гидропередачи в процессе эксплуатации.

3. По схеме циркуляции рабочей жидкости: гидропривод с замкнутой схемой циркуляции (рис. 1-2, а), в котором рабочая жидкость от гидродвигателя возвращается во всасывающую гидролинию насоса.

Гидропривод с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости компактен, имеет небольшую массу и допускает большую частоту вращения ротора насоса без опасности возникновения кавитации, поскольку в такой системе во всасывающей линии давление всегда превышает атмосферное. К недостаткам следует отнести плохие условия для охлаждения рабочей жидкости, а также необходимость спускать из гидросистемы рабочую жидкость при замене или ремонте гидроаппаратуры; гидропривод с разомкнутой системой циркуляции (рис. 1-2, б, в, г), в котором рабочая жидкость постоянно сообщается с гидробаком или атмосферой.

Достоинства такой схемы - хорошие условия для охлаждения и очистки рабочей жидкости. Однако такие гидроприводы громоздки и имеют большую массу, а частота вращения ротора насоса ограничивается допустимыми (из условий бескавитационной работы насоса) скоростями движения рабочей жидкости во всасывающем трубопроводе.

4. По источнику подачи рабочей жидкости: насосные гидроприводы, в которых рабочая жидкость подается в гидродвигатели насосами, входящих в состав этих гидроприводов; аккумуляторные гидроприводы, в которых рабочая жидкость подается в гидродвигатели из гидроаккумуляторов, предварительно заряженных от внешних источников, не входящих в состав данных гидроприводов; магистральные гидроприводы, в которых рабочая жидкость подается к гидродвигателям от специальной магистрали, не входящей в состав этих приводов.

5. По типу приводящего двигателя гидроприводы могут быть с электроприводом, приводом от ДВС, турбин и т.д.

Принцип работы объемного гидропривода основан на законе Паскаля, по которому всякое изменение давления в какой-либо точке покоящейся жидкости, не нарушающее ее равновесия, передается в остальные ее точки без изменения (рис.1-2).

Насосом **1** рабочая жидкость подается в напорную гидролинию **3** и далее через распределитель **5** к гидродвигателю. При одном положении гидрораспределителя совершается рабочий ход гидродвигателя, а при другом положении - холостой. Из гидродвигателя жидкость через распределитель поступает в сливную гидролинию и далее или в гидробак **9**, или во всасывающую гидролинию насоса (в гидроприводах с замкнутой схемой циркуляции рабочей жидкости, см. рис. 1-2, а). В резервуаре жидкость охлаждается и снова поступает в гидросистему. Надежная работа гидропривода возможна только при соответствующей очистке рабочей жидкости фильтрами **8**.

Регулирование скорости движения выходного звена гидродвигателя может быть дроссельным или объемным. При дроссельном регулировании в гидросистеме устанавливаются нерегулируемые насосы, а изменение скорости движения выходного звена достигается изменением расхода рабочей жидкости через дроссель **6**. При объемном регулировании скорость движения выходного звена гидродвигателя изменяется подачей регулируемого насоса либо за счет применения регулируемого гидромотора.

Защита гидросистемы от чрезмерного повышения давления обеспечивается предохранительным **4а** или переливным **4б** клапанами, которые настраиваются на максимально допустимое давление. Если нагрузка на гидродвигатель возрастает сверх установленной, то весь поток рабочей жидкости будет идти через предохранительный или переливной клапаны, минуя гидродвигатель. Контроль за давлением на отдельных участках гидросистемы осуществляется по манометрам **11**.

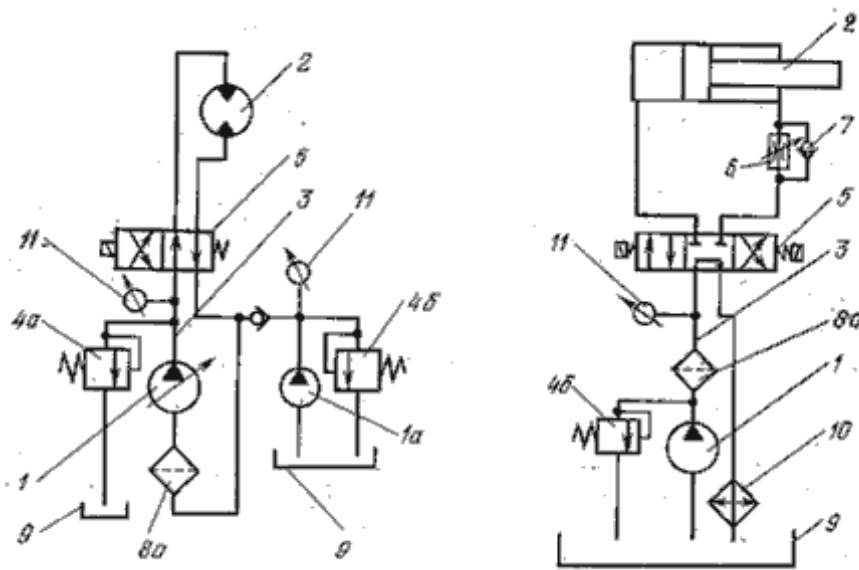


Рисунок 1. Варианты принципиальных схем гидроприводов:
 а - с объемным регулированием; б - с дроссельным регулированием;

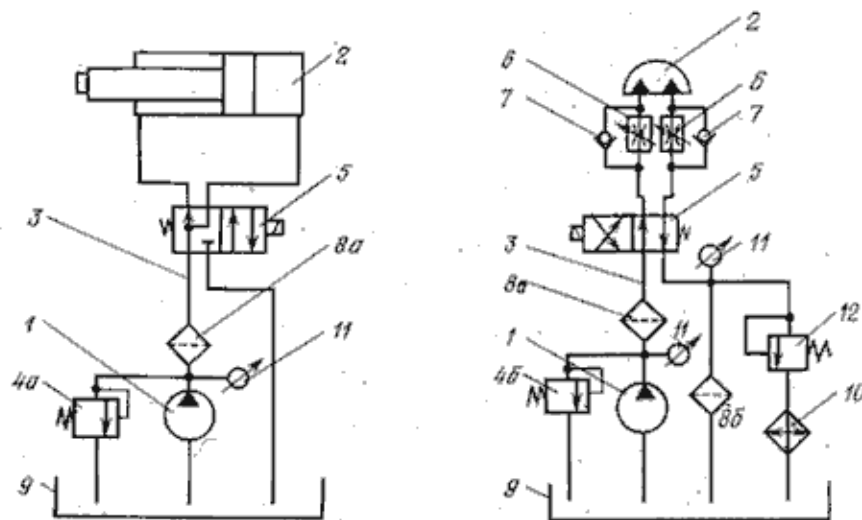


Рисунок 2. Варианты принципиальных схем гидроприводов:
 в - нерегулируемый; г - с дроссельным регулированием рабочего и холостого ходов.

Работа гидроагрегатов сопровождается утечками рабочей жидкости. В гидросистемах с замкнутой циркуляцией утечки компенсируются специальным подпитывающим насосом **1а** (рис.1-2, а).

Форма контроля: письменные ответы на вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Назначение, конструкция, принцип действия гидрораспределителей.
2. Условное обозначение по ГОСТ 2.781-96 основных гидрораспределителей.
3. Показать основные детали в работе гидроаппаратов на макетных образцах.

Практическая работа № 5(2 часа)

Тема: «Исследование устройства и работы гидроусилителя с рулевым механизмом типа «винт-гайка – поршень – рейка»

Цель: изучение устройства и работы гидроусилителя с рулевым механизмом типа «винт-гайка – поршень – рейка.

Задачи:

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Формируемые компетенции: ОК 1 - ОК 7; ПК 1.1; ПК 1.2; ПК 1.3; ПК 2.1; ПК 2.2; ПК 2.3; ПК 3.1; ПК 3.2.

Материально - техническое оснащение:

1. Мультимедийный проектор;
2. Тетрадь для практических работ.

Литература и информационные источники:

1. Джамай В.В., Самойлов Е.А., Станкевич А.И, Чуркина Т.Ю., Техническая механика [Текст]: Учебник для СПО – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 360 с.
2. Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. Расчет и основы конструирования деталей машин [текст]: Учебник: В 2 томах Том 1: Исходные положения. Соединение деталей машин. Детали передач / Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. – Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 240 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/854569>
3. Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. Расчет и основы конструирования деталей машин [текст]: Учебник: В 2 томах Том 2: Механические передачи / Гуревич Ю.Е., Схиртладзе А.Г. – Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 248 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/924023>

Теоретическая часть

Рулевой механизм состоит из картера **1** (рис. 1), в котором на двух шариковых подшипниках установлен винт **2** с шариковой гайкой, находящейся в зацеплении с сектором **3** вала сошки. Затяжка шариковых подшипников осуществляется прокладками **5**, установленными под крышкой корпуса рулевого механизма. Вал сошки установлен на двух

металлокерамических подшипниках, запрессованных в боковых крышках **8** и **14**. Выходящие наружу концы вала сектора уплотнены в картере специальной пробкой **9**, а крышки — кольцом **11**. Сошка **15** закреплена на валу сектора **3** на мелких конических шлицах разрезной шайбой и гайкой. Масло и картер заливается через отверстие, закрываемое пробкой **4**.

При вращении винта шарики перекатываются по винтовому каналу, в результате чего шариковая гайка перемещается и через сектор **3** заставляет поворачиваться вал сошки и сошку **15**.

Передаточное число рулевого механизма — 23,09.

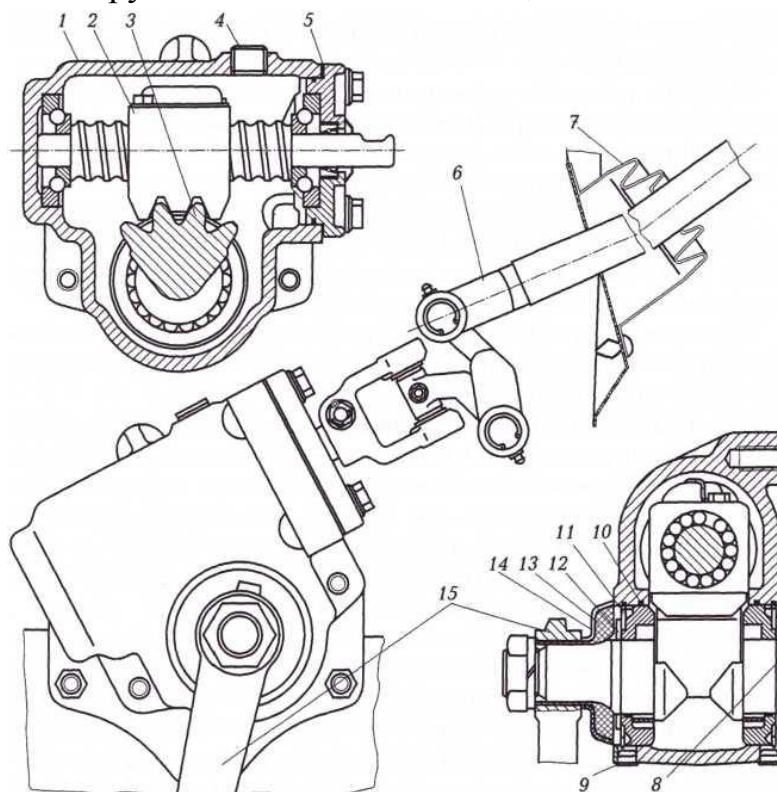


Рисунок 1. Рулевой механизм автомобиля «ГАЗель»:

- 1- картер; 2- винт с шариковой гайкой; 3 - сектор; 4 - пробка заливного отверстия;
- 5 -регулировочные прокладки; 6 - карданный вал; 7 - уплотнитель рулевого вала;
- 8 и 14 -крышки; 9 - пробка; 10 - уплотнительное кольцо; 11-стопорное кольцо;
- 12 - наружное кольцо подшипника вала сектора; 13 - уплотнитель вала сектора; 15 - сошка

Рулевой вал, шариковая гайка и шарики разукрупнению не подлежат.

Рулевое колесо установлено на мелких конических шлицах рулевого вала и закреплено стопорной шайбой и гайкой. Вал рулевой колонки вращается на двух шариковых подшипниках в верхнем и нижнем кожухах. Регулировка этих подшипников в процессе эксплуатации автомобиля не требуется.

Винт рулевого механизма соединяется с валом рулевого колеса карданной передачей. Вилка карданного шарнира крепится с помощью клина. Клин удерживается стопорной шайбой и гайкой, которая шплинтуется.

Колонка рулевого управления крепится четырьмя болтами нижним кожухом к кронштейну педалей сцепления и тормозного механизма.

На кожухе закреплен выключатель зажигания.

Конструкция рулевой колонки позволяет изменять положение рулевого колеса по высоте и углу наклона. Регулировка производится после того, как водитель отрегулировал по своему росту и массе сиденье относительно педалей управления.

На автомобилях:

-Opel, Lada Priora, Lada Vesta, Hyundai Santa Fe, Kia Rio, Lada Xray, семейства ВАЗ, ИЖ-2126 и других устанавливается рулевой механизм типа «шестерня - рейка».

Рулевой вал с помощью подшипников подвешен на кронштейне. К верхнему концу вала на мелких конических шлицах гайкой крепится рулевое колесо. Нижний конец также шлицами соединяется с карданным валом. Два кардана вала обеспечивают передачу вращения под углом между валом рулевой колонки и валом рулевого механизма. Вал рулевой колонки закрыт верхним и нижним облицовочными кожухами.

Основными деталями рулевого механизма являются приводная шестерня **15** (рис. 2) с валом. Вал шлицами соединяется с карданом промежуточного карданного вала **33**. Передний конец вала вращается в роликоподшипнике **14**, а задний — в шарикоподшипнике **27**. Косозубая шестерня вала, выполненная заодно с валом, находится в постоянном зацеплении с зубчатой рейкой **20**. К рейке присоединяются шаровая опора **22** и шаровой наконечник **3** рулевой тяги. От загрязнения рейка и тяга защищены гофрированным чехлом **4**. Наружные концы рулевых тяг пальцами **13** шарового шарнира соединяются с поворотными кулаками управляемых колес.

При изменении направления движения автомобиля вращение с рулевого колеса **36** через вал **37** рулевой колонки и промежуточный карданный вал **33** передается на приводную шестерню **15**, которая передвигает рейку **20** вправо или влево — в зависимости от поворота рулевого колеса, а с ней и рулевые тяги, обеспечивая поворот управляемых колес. Совместная работа независимой подвески управляемых колес и рулевых тяг обеспечивается шаровыми опорами **22**.

Рулевой механизм автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112 имеет такое же устройство, но отличается тем, что боковые рулевые тяги соединяются с зубчатой рейкой не шаровыми опорами, а болтами с резинометаллическими шарнирами, посредством которых обеспечивается работа независимой подвески управляемых колес.

Порядок разборки рулевого механизма:

1. отвернуть гайку и снять рулевое колесо;
2. отвернуть гайку болта хомутика и снять трубу колонки с верхней крышки картера рулевого механизма;
3. отвернуть гайку регулировочного винта, снять стопорную шайбу;
4. отвернуть болты крепления крышки, снять крышку и регулировочный винт с вала сошки;
5. выпрессовать уплотнительную манжету и вынуть вал сошки из картера рулевого управления;
6. отвернуть болты и снять крышку картера вместе с регулировочными прокладками;
7. вынуть вал рулевого управления с червяком в сборе, снять подшипники;
8. отвернуть болты и снять верхнюю крышку картера рулевого механизма.

Порядок сборки рулевого механизма:

1. положить прокладку на плоскость картера рулевого управления под верхнюю крышку и завернуть четыре болта с пружинной шайбой;
2. завернуть в маслосливное отверстие картера пробку;
3. подсобрать нижнюю крышку картера с пружинной стопорной шайбой (она должна быть поставлена отбортованной стороной к фланцу крышки) и уплотнительным кольцом;
4. взяв вал рулевого управления с червяком в сборе, надеть сепаратор на верхний конец червяка и, предварительно смазав консистентной смазкой сепаратор или конец червяка, вставить в картер рулевого колеса;
5. установить на другой конец сепаратор и вставить в гнездо картера кольцо, предварительно смазав концы;
6. установить на картер нижнюю крышку с трубкой провода звукового сигнала (предварительно установив на внутреннюю плоскость крышки регулировочные прокладки) и закрепить ее болтами;
7. предварительно надев на болты шайбы, отрегулировать затяжку червяка в конических роликоподшипниках, проверку затяжки червяка в подшипниках производить вращением вала с червяком, но без вала сошки и ролика (усилие затяжки 0,3...0,5 Н);

8. установить вал сошки в картер рулевого управления, смазав цилиндрическую часть вала и ролик нигролом;
9. положить на боковую плоскость разъема картера прокладку, надеть регулировочный винт на вал сошки, установить на вал сошки крышку и завернуть ее на регулировочный винт, надеть на болты шайбы и привернуть крышку к картеру;
10. отрегулировать винт так, чтобы усилие, приложенное к рулевому колесу, необходимое для поворота вала с червяком в зацеплении с роликом, составляло 1,6...2,2 Н;
11. надеть на регулировочный винт прокладку, стопорную шайбу, завернуть гайку до отказа;
12. надеть на трубу колонку, установить трубу колонки с хомутиком на верхнюю крышку рулевого управления. Отверстие на колонке рулевого управления диаметром 3 мм должно находиться на горизонтали с левой стороны, или прорезь колонки должна быть на средней части квадрата верхней крышки картера рулевого управления;
13. надеть на вал рулевого колеса разжимную втулку и пружину; надеть на шлицевой конец вала рулевое колесо, навернуть и закрепить гайку;
14. на шлицевой конец вала рулевой сошки надеть предохранительную втулку, запрессовать уплотнительную манжету в сборе с пружиной в горловину картера на вал сошки, снять со шлицевого конца вала предохранительную втулку, надеть на шлицевой конец вала сошки шайбу и завернуть гайку;
15. завернуть окончательно гайку болта хомута.

Порядок разборки рулевого механизма типа «шестерня — рейка» (использовать приспособление для разборки):

1. снять защитные чехлы с картера и сдвинуть их в сторону вдоль тяг, расконтрить контргайки крепления внутренних наконечников тяг к рейке, вывернуть их и снять наконечники тяг;
2. отвернуть гайку упора и извлечь пружину и стопорное кольцо, круглогубцами извлечь упор рейки из картера;
3. снять пыльник с вала зубчатого колеса и стопорную шайбу, извлечь шестерню из картера в сборе с подшипниками, снять защитную шайбу, стопорное кольцо и спрессовать шариковый подшипник с вала зубчатого колеса;
4. вынуть рейку рулевого механизма и опорную втулку рейки, при необходимости выпрессовать роликовый подшипник из картера рулевого механизма.

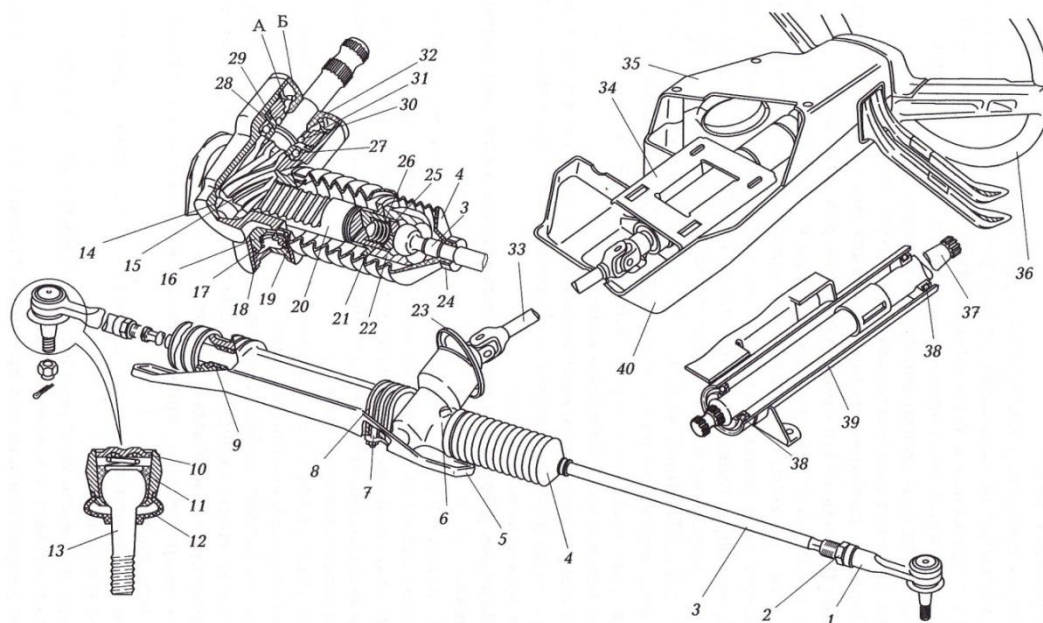


Рисунок 2. Рулевой механизм типа «зубчатое колесо - рейка»:

1 и 3 - соответственно наружный и внутренний наконечники рулевой тяги;
 2и 21 - контргайки; 4 - защитный чехол; 5 и 8 - опоры рулевого механизма;
 6 - картер рулевого механизма; 7 - хомут крепления рулевого механизма;
 9 - втулка рейки; 10 - опорная шайба; 11 - вкладыш шарового пальца;
 12 - защитный колпачок; 13 - палец шарового шарнира; 14 - роликподшипник;
 15 - приводная шестерня; 16 - упор рейки; 17 - уплотнительное кольцо упора;
 18 - рейка упора; 19 - стопорное кольцо гайки; 20 - рейка; 22 - шаровая опора;
 23 - уплотнитель вала; 24 - хомут чехла; 25 - упор тяги; 26 - пружина упора;
 27 - шарикоподшипник; 28 - стопорное кольцо; 29 - защитная шайба;
 30 - уплотнительное кольцо; 31 - гайка крепления подшипника;
 32 - уплотнительная манжета; 33 - промежуточный карданный вал;
 34 - кронштейн крепления вала рулевой колонки; 35и 40 - верхний и нижний
 облицовочные кожухи; 36- рулевое колесо; 37 - вал рулевой колонки;
 38 - подшипники вала рулевой колонки; 39 - труба рулевой колонки;
 А и Б - метки на картере рулевого механизма и пыльнике.

Порядок сборки рулевого механизма типа «шестерня — рейка»:

1. перед сборкой особое внимание обратить на то, чтобы в картере рулевого механизма не было стружек и др.;
2. напрессовать шариковый подшипник на вал приводной шестерни до упора, установить стопорное кольцо, защитную шайбу и уплотнительное кольцо;
3. установить в картер опорную втулку и запрессовать под прессом роликовый подшипник;
4. установить рейку в картер, продвинув ее через опорную втулку до упора в специальное приспособление, все детали необходимо при этом обильно смазать;

5. завернуть гайку приводного зубчатого колеса, установив защитную шайбу;
6. установить приводную шестерню в положение прямолинейного движения;
7. установить упор рейки с уплотнительным кольцом;
8. поставить стопорное кольцо;
9. напрессовать на вал пыльники, собрать внутренний шарнир наконечника тяги.

Форма контроля: письменные ответы на вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Каково назначение рулевого управления? Какие применяются типы рулевых механизмов на автомобилях?
2. Каково назначение центра поворота автомобиля и где он находится?
3. Объясните назначение рулевой трапеции. Из каких деталей она состоит при зависимой и независимой подвеске передних колес?
4. Опишите назначение рулевого механизма, типы механизмов изучаемых автомобилей, их устройство и принцип действия.
5. Что такое передаточное число рулевого механизма?