

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

# СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

*Методические рекомендации к самостоятельной работе  
для студентов специальности  
1-37 01 07 «Автосервис»  
заочной формы обучения*



Могилев 2021

УДК 62.529  
ББК 39.3:39.33-4  
С22

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей»  
«28» апреля 2021 г., протокол № 11

Составители: ст. преподаватель М. Л. Петренко;  
ст. преподаватель А. В. Юшкевич

Рецензент ст. преподаватель Ю. С. Романович

Методические рекомендации предназначены для студентов специальности  
1-37 01 07 «Автосервис» заочной формы обучения.

Учебно-методическое издание

## СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Ответственный за выпуск	О. В. Билык
Корректор	Е. А. Галковская
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 31 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2021

## Содержание

Введение.....	4
1 Цель изучения дисциплины .....	5
2 Задачи учебной дисциплины.....	5
3 Выбор задания самостоятельной работы.....	6
4 Методические указания .....	6
5 Темы работ и их содержание .....	6
6 Практические задачи.....	7
Список литературы .....	22
Приложение А .....	24

## **Введение**

В соответствии с учебным планом специальности 1-37 01 07 «Автосервис» студенты изучают дисциплину «Сервисное обслуживание и ремонт легковых автомобилей».

Самостоятельная работа (СР) по дисциплине проводится в соответствии с требованиями учебного плана и Положения об аудиторной контрольной работе и компьютерном тестировании обучающихся по заочной (дистанционной) форме, утвержденного Советом Белорусско-Российского университета.

СР по данной дисциплине проводится в период лабораторно-экзаменационной сессии в соответствии с расписанием – после проведения лекционных, лабораторных и практических занятий. Общая ее продолжительность для учебной группы составляет два академических часа. Работа выполняется в письменной форме на бланках установленного образца.

К выполнению СР допускаются студенты, имеющие при себе зачетную книжку, удостоверение личности (паспорт или вид на жительство, удостоверение беженца). Образец бланка для выполнения АКР и образец заполнения бланка АКР представлено в (рисунок А.1.).

## **1 Цель изучения дисциплины**

Цель данной дисциплины «Сервисное обслуживание и ремонт легковых автомобилей» является формирование устойчивой системы знаний, навыков и профессиональных компетенций в области средств технологического оборудования автосервиса и оснастки для механизации процессов технической эксплуатации автотранспортных средств, их агрегатов и орудий (рабочих органов).

## **2 Задачи учебной дисциплины**

Задачами учебной дисциплины являются познание назначения, классификации, устройства и работы технологического оборудования и их элементов.

Основными задачами освоения учебной дисциплины являются:

- получение знаний об устройстве, технических характеристиках, правилах и областях применения технологического оборудования и оснастки;
- освоение методов расчета отдельных элементов технологического оборудования и оснастки для обоснования их рабочих параметров;
- изучение видов проектной документации и порядка проектирования объектов технического оснащения ремонтного производства;
- изучения правил эксплуатации, технического обслуживания и ремонта самого технологического оборудования и оснастки, используемых для механизации технического обслуживания и ремонта автомобилей, агрегатов и орудий в процессе их технической эксплуатации.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

а) знать:

- современные достижения науки и техники в области создания технических решений, производство и эксплуатацию технологического оборудования;
- методы и приемы инженерного анализа проектных решений объектов технологического оборудования;
- методы его проектирования и оптимизации;

б) уметь:

- осуществлять анализ режимов и условий работы объектов технологического оборудования;
- пользоваться оборудованием и инструментами;
- применять системный подход при проведении патентно-информационных исследований;

в) владеть:

- приемами конструирования основных элементов технологического оборудования;
- методами аналитического расчета оптимальных характеристик технологического оборудования;

– всеми видами технологического оборудования при выполнении работ автосервиса.

### 3 Выбор задания самостоятельной работы

Самостоятельная работа состоит из одного вопроса и одной задачи. Номер вопроса принимается по последней цифре шифра студента (таблица 1), данные для решения задачи – по предпоследней цифре шифра студента (таблица 2).

Таблица 1 – Данные по теме 1

Показатель	Значение									
Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер вопроса	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10

Таблица 2 – Данные по теме 2

Показатель	Значение									
Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер расчетной задачи	1	2	3	4	5	5	4	3	2	1
Полезная нагрузка, кН	25	31	16	40	18	28	50	35	12	42
Рабочее давление в системе, МПа	–	16	0,9	–	6	8	–	0,5	32	–
Ход штока, м	–	–	–	–	0,5	1,2	–	–	–	–

### 4 Методические указания

При выполнении работы рекомендуется придерживаться следующих указаний.

1 Ознакомиться с содержанием контрольных вопросов и задач.

2 Ответить на вопрос с указанием назначения, классификации, устройства, работы оборудования. Наличие рисунков является обязательным при ответе на вопрос. Рисунок должен иметь наименование, номер, а также названия структурных элементов.

3 Решить задачу с пояснениями в используемых формулах.

### 5 Темы работ и их содержание

1 Проверка технического состояния и ремонт подвески, проверка технического состояния и ремонт колес.

2 Технологический процесс антикоррозионной обработки кузова автомобиля (АКР). Технологическое оборудование и материалы.

3 Технология подготовки кузова автомобиля к окраске. Технологическое оборудование и материалы.

4 Технология выполнения шинных работ в организациях автосервиса. Участок шиномонтажный.

5 Виды технического обслуживания и ремонта тормозной системы автомобиля. Применяемое оборудование.

6 Неисправности автоматических коробок переключения передач. ТО АКП. Применяемое оборудование.

7 Технологическое оборудование, приспособление, применяемое для ремонта агрегатов автомобиля. Агрегатный участок.

8 Порядок проведения и технологическое оборудование для выполнения УМР механизированным способом. Применяемое оборудование

9 Технологический процесс текущего ремонта системы питания в зоне ТР и отделениях. Применяемое оборудование и инструмент.

10 Технологическое оборудование для ремонта кузова. Зона кузовных работ.

## 6 Практические задачи

**Задача 1.** Конструктивный расчет технологического оборудования.

### *Ход работы*

Автомобильный подъёмник для сервисного обслуживания состоит из следующих основных систем:

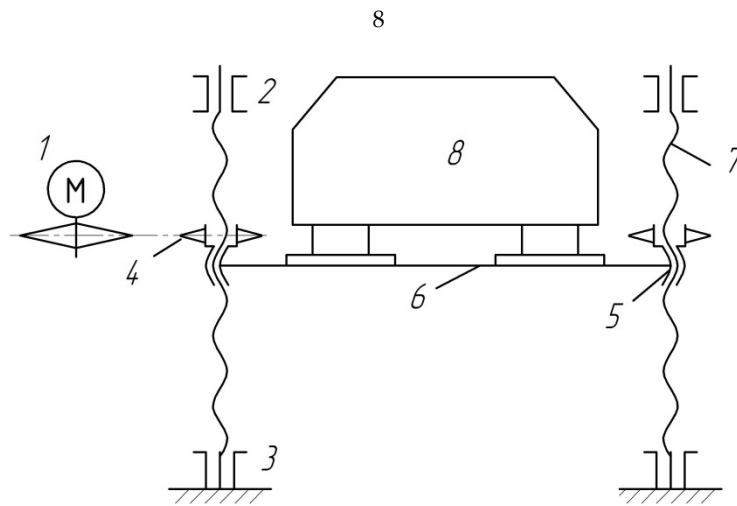
- несущей системы;
- приводной системы (механизма силовой передачи);
- электрической системы управления приводом.

В состав несущей системы входят: колонны со встроенными несущими болтами (4 шт.), поперечные балки (2 шт.) и продольные наездные балки (2 шт.). Продольная балка жестко прикреплена к поперечным балкам и в ней пропущена приводная цепь. Правая продольная балка является передвигаемой, что позволяет изменять расстояние между наездными балками в соответствии с передней колесой обслуживаемого автомобиля, что делает его универсальным.

Расчет электромеханического четырёхстоечного подъёмника будет производиться по методике, изложенной в [15].

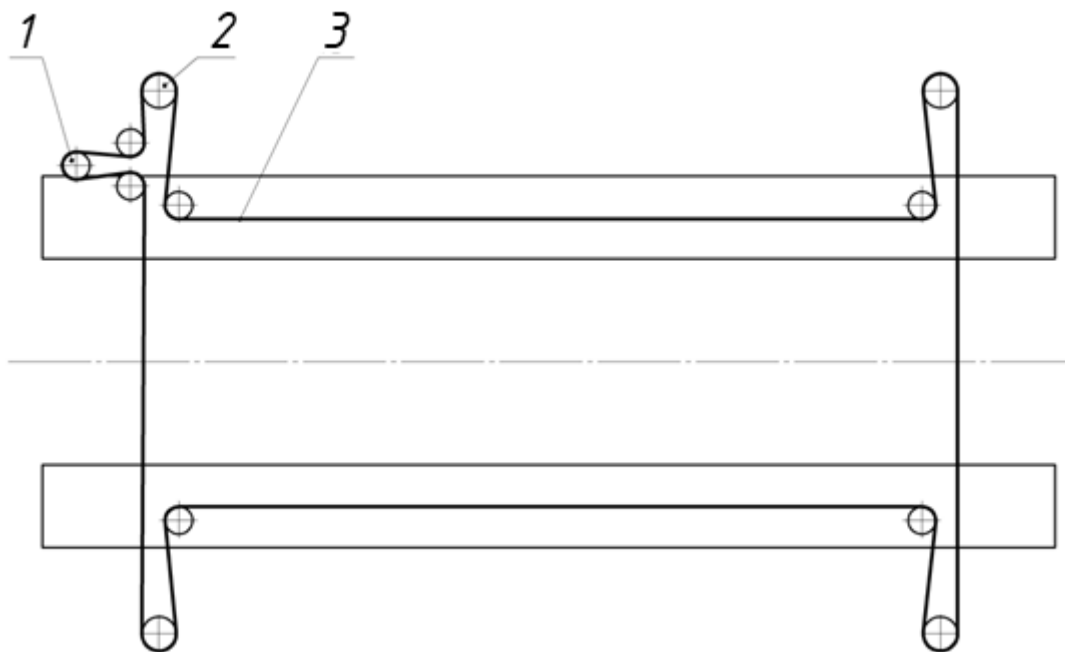
На рисунке 1 представлена кинематическая схема рассчитываемого подъёмника.

Механизм силовой передачи состоит из узла электродвигатель – коробка передач, который посредством замкнутого контура цепи передает привод четырем гайкам главных несущих болтов. Гайки, вращаясь по неподвижным несущим болтам, вызывают вертикальное движение продольных наездных балок подъёмника.



1 – электродвигатель; 2, 3 – опоры болта; 4 – цепная передача; 5 – гайка; 6 – подъемная часть; 7 – болт; 8 – поднимаемый автомобиль

Рисунок 1 – Кинематическая схема рассчитываемого подъемника



1 – электродвигатель; 2 – ходовая гайка; 3 – цепь

Рисунок 2 – Схема передачи движения на ходовые гайки

Вес поднимаемого груза определяется по формуле

$$G_{НОМ} = m \cdot g, \quad (1)$$

где  $m$  – это масса поднимаемого груза, кг.

Максимальное значение расчетной силы определяется по формуле

$$G_{\max} = k \cdot G_{НОМ}, \quad (2)$$



где  $k$  – коэффициент перегрузки, для механизмов равен 1,1.

Нагрузка на ходовую гайку

$$F_a = \frac{G_{\max}}{i}, \quad (3)$$

где  $i$  – число гаек,  $i = 4$ .

Перед нахождением диаметра резьбы предварительно выберем профиль резьбы. В нашем случае резьба будет трапецеидальная однозаходная. Кроме этого, когда заранее неизвестны высота гайки  $H_r$  и высота профиля резьбы  $h$ , вводят соответствующие коэффициенты  $\psi_H = \frac{H_r}{d_2}$ ; и  $\psi_h = \frac{h}{P}$ . Тогда средний диаметр резьбы будет равен:

$$d_2 = \sqrt{\frac{F_a}{(\pi \cdot \psi_H \cdot \psi_h \cdot [p])}}, \quad (4)$$

где  $\psi_H = 1,5$ , т. к. гайка цельная;

$\psi_h = 0,5$ , т. к. резьба трапецеидальная;

$[p]$  – допустимое давление в резьбе,  $[p] = 4 \dots 6$  МПа (сталь по серому чугуно).

Значение среднего диаметра принимаем после расчета винта на устойчивость. По среднему диаметру определяем все остальные параметры резьбы.

Окончательное обозначение трапецеидальной однозаходной резьбы – Tr 28x3 – 7H/7e, где 28 – наружный диаметр трапецеидальной резьбы, мм; 3 – шаг, мм; посадка 7H/7e болтового соединения с зазором, 7 класс точности резьбы.

Номинальные профили резьбы болта и гайки трапецеидальной однозаходной резьбы представлены на рисунке 3.

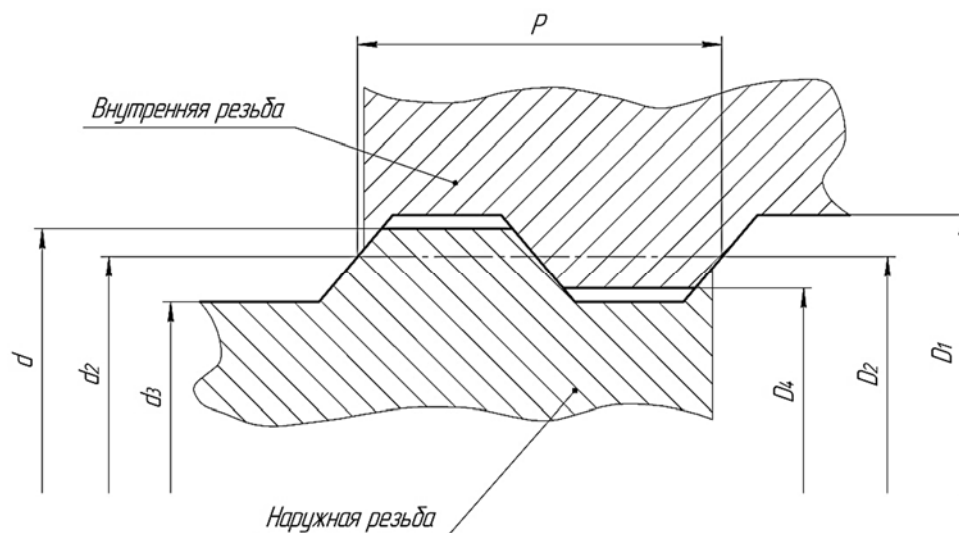
КПД передачи болт-гайка определяется в зависимости от назначения передачи. В нашем случае вращательное движение преобразовывается в поступательное:

$$\eta = \varphi \cdot \frac{\operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg}(\psi + \rho)}, \quad (5)$$

где  $\varphi$  – коэффициент учитывающий потери мощности на трение в опорах,  $\varphi = 0,8 \dots 0,95$ ; принимаем  $\varphi = 0,9$ ;

$\psi$  – угол подъема винтовой линии по среднему диаметру резьбы, град;

$\rho$  – приведенный угол трения, град.



$d$  – наружный диаметр наружной резьбы (болта);  $d_2$  – средний диаметр наружной резьбы;  $d_3$  – внутренний диаметр наружной резьбы;  $D_1$  – внутренний диаметр внутренней резьбы (гайки);  $D_2$  – средний диаметр внутренней резьбы;  $D_4$  – наружный диаметр внутренней резьбы

Рисунок 3 – Номинальные профили резьбы болта и гайки трапецеидальной однозаходной резьбы

Приведенный угол трения вычисляется по следующей формуле:

$$\rho = \arctg(f), \quad (6)$$

где  $f$  – приведенный коэффициент трения.

Приведенный коэффициент трения можно определить следующим образом:

$$f = \frac{f}{\left(\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)}, \quad (7)$$

где  $f$  – коэффициент трения,  $f = 0,1$  ;

$\alpha$  – угол профиля трапецеидальной резьбы,  $\alpha = 30'$  .

Теперь найдем угол подъема винтовой линии по среднему диаметру:

$$\psi = \arctg\left(\frac{P}{\pi \cdot d_2}\right), \quad (8)$$

где  $P$  – шаг резьбы, мм;

$d_2$  – средний диаметр наружной резьбы (болта), мм.

Данная передача с самоторможением, т. к.  $\psi < \rho$  и значение КПД равное 0,23 находится в промежутке  $\eta = 0,2 \dots 0,35$ .

Время подъема

$$t = \frac{H}{v}, \quad (9)$$

где  $H$  – высота подъема, м;

$v$  – скорость подъема,  $v = 2 \text{ м/мин} = 0,033 \text{ м/с}$ .

Мощность на ведущем звене при известных значениях осевой силы  $F_a$ , Н, и скорости поступательного движения  $v$ , м/с, выходного (ведомого) звена определяется по зависимости

$$P = \frac{F_a \cdot v}{\eta}. \quad (10)$$

Мощность на всех ходовых гайках равна:

$$P_{\text{общ}} = P \cdot i, \quad (11)$$

где  $i$  – число ходовых гаек,  $i = 1$ .

Требуемая мощность электродвигателя с учетом цепной передачи определяется следующим образом:

$$P_{TP} = \frac{P_{\text{общ}}}{\eta_{\text{ЦЕП}}}, \quad (12)$$

где  $\eta_{\text{ЦЕП}}$  – КПД цепной передачи,  $\eta_{\text{ЦЕП}} = 0,95$ .

Частоту вращения найдем по следующей формуле:

$$n = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot v}{P \cdot n_p}, \quad (13)$$

где  $P$  – шаг резьбы, мм;

$n_p$  – число заходов резьбы,  $n_p = 1$ .

По требуемой мощности и частоте вращения ходового винта выбираем электродвигатель с рассчитанной мощностью и частотой вращения.

### **Порядок выполнения работы.**

- 1 Ознакомиться с конструкцией заданного технологического оборудования.
- 2 Составить принципиальную схему конструкции и определить тип приводного механизма.
- 3 Определить нагрузку, действующую на основные конструктивные элементы оборудования.
- 4 Выполнить расчет приводного механизма и конструктивных параметров элементов конструкции.

### Содержание отчета.

- 1 Подбор исполнительных элементов оборудования по результатам расчета.
- 2 Выводы.

**Задача 2.** Расчет гидравлического привода технологического оборудования.

#### Ход работы

В качестве примера представим методику расчета элементов гидравлического подъемника для автомобилей [16].

Для проведения расчета необходимо определить нагрузку на рабочий орган оборудования, рассчитать диаметр гидроцилиндра и производительность, мощность гидравлического насоса.

Расчетная схема гидравлического привода представлена на рисунке 4.

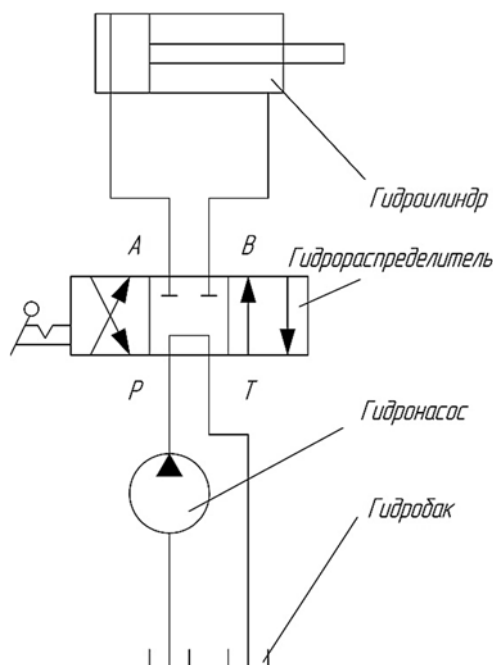


Рисунок 4 – Расчетная схема гидравлического привода

Расчет гидроцилиндра привода подъема.

Расчет диаметра гидроцилиндра.

Усилие на штоке для перемещения груза

$$F_{\Pi} = G \cdot g, \quad (14)$$

где  $G$  – грузоподъемность, кг.

Диаметр цилиндра

$$D_{\Pi} = \sqrt{\frac{8F_{\Pi}}{p\eta_{\text{мех}}\pi}}, \quad (15)$$

где  $p$  – номинальное рабочее давление гидроцилиндра, МПа;

$\eta_{\text{мех}}$  – механический КПД гидроцилиндра:  $\eta_{\text{мех}} = 0,92$ .

Из таблицы стандартных размеров гидроцилиндра выбираем ближайшее большее значение диаметра.

Расчет расхода жидкости.

Расход рабочей жидкости для поршневой полости

$$Q = \frac{\pi D^2}{4\eta_{об}} v, \quad (16)$$

где  $\eta_{об}$  – объемный КПД гидроцилиндра:  $\eta_{об} = 0,98$ .

Скорость штока при подъеме платформы

$$v = \frac{F}{t}, \quad (17)$$

где  $F$  – ход штока, мм;

$t$  – время подъема, с.

По основным параметрам гидроцилиндра, а именно, по рабочему давлению  $p$  и расходу рабочей жидкости  $Q$ , подбираем гидронасос с учетом запаса.

Выбираем гидробак, объем которого равен двукратной подаче насоса.

### **Порядок выполнения работы.**

1 Ознакомиться с конструкцией заданного технологического оборудования.

2 Составить принципиальную схему конструкции и определить тип приводного механизма.

3 Определить нагрузку, действующую на основные конструктивные элементы оборудования.

4 Выполнить расчет приводного механизма и конструктивных параметров элементов конструкции.

### **Содержание отчета.**

1 Расчет элементов конструкции и приводного механизма оборудования.

2 Выводы.

**Задача 3.** Расчет пневматического привода технологического оборудования.

### *Ход работы*

В качестве примера рассмотрим расчет пневматического привода зажимного устройства [20].

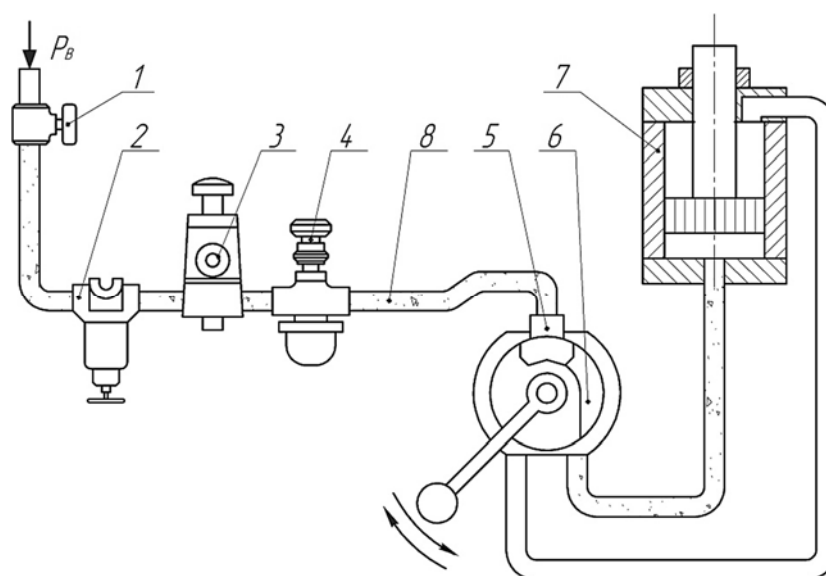
Пневмопривод широко используют в приспособлениях благодаря его высокой скорости срабатывания (доли секунды), простоте конструкции, легкости

управления, надежности и стабильности в работе. Исходной энергией является энергия сжатого воздуха. Также достоинством пневмоприводов является возможность их работы в кратковременных динамических режимах, при частых включениях с изменением направления и скорости движения, при этом переходные процессы могут быть управляемыми и контролируемые. Отмечается тенденция к увеличению рабочего давления от 0,5...0,6 до 0,8...1,0 МПа, улучшению энергетических, экономических и эксплуатационных характеристик элементной базы пневмоприводов.

К недостаткам пневмопривода относятся:

- неплавное перемещение штока;
- большие габаритные размеры силовых агрегатов;
- шум при выпуске отработавшего воздуха.

Силовой пневматический привод представлен на рисунке 5.



1 – вентиль воздушный; 2 – водоотделитель; 3 – клапан редукционный; 4 – маслораспылитель; 5 – клапан обратный; 6 – пневмораспределитель; 7 – пневмоцилиндр; 8 – воздухопровод

Рисунок 5 – Силовой пневматический привод

Пневмопривод включает в себя следующие основные составные части:

- источник сжатого воздуха – обычно цеховая компрессорная установка;
- силовой агрегат – пневмодвигатель, преобразующий энергию пневмоаппаратуры;
- контрольные приборы;
- распределительная аппаратура.

Пневматические силовые приводы применяют в приспособлениях для разнообразного типа металлорежущих станков.

Быстрота действия, постоянство силы закрепления, возможность ее регулирования и контроля, возможность дистанционного управления зажимами

являются основными преимуществами пневмоприводов для закрепления заготовок.

Осевая сила на штоке определяется в зависимости от конструкции пневмоцилиндров:

а) для цилиндра одностороннего действия с возвратной пружиной

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 p_B \eta - F_{np}, \quad (18)$$

где  $D$  – диаметр пневматического цилиндра(поршня), мм;

$p_B$  – давление сжатого воздуха в сети. Обычно принимается равным 0,5 МПа;

$\eta$  – коэффициент полезного действия пневмоцилиндра:  $\eta = 0,85 \dots 0,90$ ;

$F_{np}$  – усилие предельно сжатой пружины обратного хода,  $F_{np} = 90 \dots 200$  Н;

б) бесштоковой полости цилиндра двухстороннего действия (толкаящая сила)

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 p_B \eta; \quad (19)$$

в) штоковой полости цилиндра двухстороннего действия (тянущая сила)

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p_B \eta, \quad (20)$$

где  $d$  – диаметр штока пневматического цилиндра(поршня):

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{F}{[\sigma_p]}}, \quad (21)$$

$[\sigma_p]$  – допустимое напряжение на разрыв, МПа.

Схемы цилиндров пневматического привода представлены на рисунке 6.

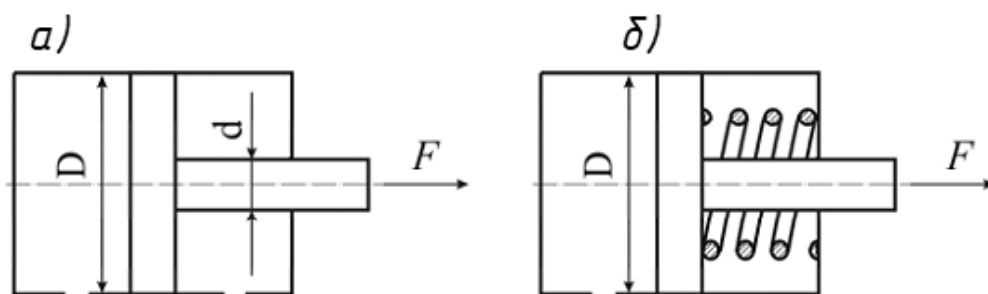


Рисунок 6 – Схемы цилиндров пневматического привода двухстороннего (а) и одностороннего действия (б)

Внутренний диаметр воздухопроводов выбирают в зависимости от диаметра цилиндра.

С учетом коэффициента запаса определяют диаметр пневмоцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{F_{TP} K_{зАП}}{0,785 p_B \eta}}, \quad (22)$$

где  $F_{TP}$  – требуемая сила на штоке, Н.

Полученное значение диаметра округляют до ближайшего большего по ГОСТ 15608–81 и по принятому значению диаметра рассчитывают действительную силу на штоке.

Время срабатывания пневмоцилиндра определяют по формуле

$$T_{cp} = \frac{D^2 L_x}{d_B v_B}, \quad (23)$$

где  $L_x$  – длина хода поршня, м (задается исходя из конструкции и условий работы приспособления);

$d_B$  – диаметр воздухопровода, мм;

$v$  – скорость перемещения воздуха,  $v = 180$  м/с при  $p_B = 0,5$  МПа.

Время срабатывания пневмоцилиндра оказывает влияние на производительность зажимного устройства.

Ход поршня  $L_x$  устанавливают, исходя из конструктивных особенностей приспособления, обрабатываемой заготовки и металлорежущего оборудования.

### **Порядок выполнения работы.**

1 Ознакомиться с конструкцией заданного технологического оборудования.

2 Составить принципиальную схему конструкции и определить тип приводного механизма.

3 Определить нагрузку, действующую на основные конструктивные элементы оборудования.

4 Выполнить расчет приводного механизма и конструктивных параметров элементов конструкции.

### **Содержание отчета.**

1 Расчет элементов конструкции и приводного механизма оборудования.

2 Выводы.

**Задача 4.** Расчет механического привода технологического оборудования.

### *Ход работы*

Для расчета рассмотрим расчет двухстоечного подъемника. Расчет тросов механизма подъема лап [23].



### Статическое натяжение каната подъема

$$N_C = \frac{m}{2i_F \eta_F}, \quad (24)$$

где  $m$  – масса поднимаемого груза, кг;

$i_F$  – передаточное число блоков,  $i_F = 1$ ;

$\eta_F$  – КПД блоков, при применении подшипников качения,  $\eta_F = 0,95$ .

Минимальный диаметр тросов

$$d_{\min} = k \sqrt{N_C}, \quad (25)$$

где  $k = 0,52$ .

Динамический коэффициент натяжения

$$\Psi_H = 1 + \frac{v}{6\sqrt{gf_{cm}}}, \quad (26)$$

где  $v$  – скорость подъема подхватов,  $v = 0,019$  м/с;

$f_{cm}$  – статическая вытяжка каната:

$$f_{cm} = \frac{N_C \cdot h \cdot 100}{2i_F E_S A_C}, \quad (27)$$

где  $h$  – высота подъема подхвата,  $h = 2,0$  м;

$E_S$  – модуль упругости троса,  $E_S = 0,9 \cdot 10^6$  кг/см<sup>2</sup>;

$A_C$  – площадь поперечного сечения каната,  $A_C = 1,89$  см<sup>2</sup>.

Динамическое натяжение каната

$$F_{S_{\text{дин.}}} = \Psi_n F_S. \quad (28)$$

Расчет винта электромеханического подъемника на прочность

Винт испытывает напряжение сжатия. Для учета кручения нагрузка на него увеличивается на 25 %.

Внутренний диаметр резьбы

$$d_f = \sqrt{\frac{5N}{\pi[\sigma]}}, \quad (29)$$

где  $N$  – расчетная нагрузка, Н;

$[\sigma]$  – допустимый предел:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n}, \quad (30)$$

$n$  – коэффициент запаса,  $n = 2$ ;

Расчет винта на устойчивость.

Коэффициент запаса устойчивости

$$n' = 1,25n. \quad (31)$$

Критическая сила

$$F_{KP} = n'F. \quad (32)$$

По формуле Эйлера критическая сила

$$F_{KP} = \frac{\pi^2 EJ}{(\mu l)^2}, \quad (33)$$

где  $E$  – модуль Юнга, МПа;

$J$  – момент инерции сечения винта (без учета резьбы):

$$J = \frac{\pi d_f^4}{64}, \quad (34)$$

$\mu$  – коэффициент приведения,  $\mu = 2$ ;

$l$  – расчетная длина винта:

$$l = H + 3d_f, \quad (35)$$

$H$  – высота подъема, мм.

$$d_f = \sqrt[4]{\frac{64 Q_{KP} \mu^2 l^2}{\pi^3 E}}. \quad (36)$$

Вращающий момент резьбы (винтовой пары)

$$M_{KP} = Q \frac{d_{CP}}{2} \operatorname{tg}(\lambda + \rho), \quad (37)$$

где  $d_{cp}$  – средний диаметр резьбы винта, мм;

$\lambda$  – угол подъема резьбы, для самотормозящих винтов величина угла трения винтовой пары находится в пределах  $5^\circ \dots 7^\circ$ ;

$\rho$  – угол трения:

$$\rho = \arctg(f), \quad (38)$$

где  $f$  – коэффициент трения (сталь по стали  $f = 0,1$ ).

Проверка винта на совместное действие сжатия и кручения.

Напряжение сжатия

$$\tau_{сж} = \frac{N}{\frac{\pi}{4} d_f^2}. \quad (39)$$

Напряжение кручения

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{0,2 d_f^3}. \quad (40)$$

Приведенное напряжение

$$\sigma_{прив} = \sqrt{\sigma_{сж}^2 + 4\tau_{кр}^2}. \quad (41)$$

Значение  $\sigma_{прив}$  должно быть меньше  $[\sigma]$ .

### **Порядок выполнения работы.**

- 1 Ознакомиться с конструкцией заданного технологического оборудования.
- 2 Составить принципиальную схему конструкции и определить тип приводного механизма.
- 3 Определить нагрузку, действующую на основные конструктивные элементы оборудования.
- 4 Выполнить расчет приводного механизма и конструктивных параметров элементов конструкции.

### **Содержание отчета.**

- 1 Расчет элементов конструкции и приводного механизма оборудования.
- 2 Выводы.

**Задача 5.** Расчет пневмогидравлического привода сборочно-разборочных приспособлений.

### *Ход работы*

Пневмогидравлический привод, сочетающий в себе пневматический и гидравлический цилиндры с пневмогидравлическим мультипликатором (преобра-

зователем), обеспечивает значительные усилия запрессовки при небольших габаритах и может применяться в одно- и многопозиционных приспособлениях.

Привод работает от сжатого воздуха давлением 0,4...0,6 МПа из цеховой системы.

Давление масла в гидравлической части привода может быть в пределах 6...10 МПа.

По сравнению с гидравлическими приводами пневматические имеют значительно меньший объем масла (1,5...2,0 л вместо 50...70 л), заполняющего полости цилиндров и трубопроводов. Масло циркулирует в замкнутой системе.

В пневмогидравлическом приводе исходной энергией является потенциальная энергия сжатого воздуха, которая преобразуется сначала в энергию сжатой жидкости, а затем уже в силу на штоке.

Схема пневмогидропривода представлена на рисунке 7.

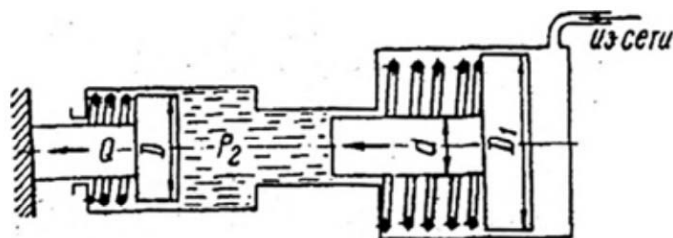


Рисунок 7 – Схема пневмогидравлического привода

Расчет силы  $F$  на штоке рабочего гидроцилиндра ведут из условия равновесия привода

$$p_M = \frac{\pi d^2}{4} = p_B \frac{\pi D_1^2}{4}. \quad (42)$$

Из этого уравнения

$$p_M = p_B \frac{D_1^2}{d^2}. \quad (43)$$

Тогда

$$F = \frac{\pi D^2 p_M \eta_M}{4} = \frac{\pi D^2 p_B \eta_M \eta_B D_1^2}{4 d^2}, \quad (44)$$

где  $D$  – диаметр поршня гидроцилиндра, мм;

$p_M$  – давление масла, МПа;

$\eta_M$  – КПД гидроцилиндра,  $\eta_M = 0,95...0,98$ ;

$\eta_B$  – КПД пневмоцилиндра,  $\eta_B = 0,85...0,90$ ;

$D_1$  – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

$d$  – диаметр штока пневмоцилиндра, мм.

Величина хода штока пневмоцилиндра

$$L = l \left( \frac{D_1}{d} \right)^2 \frac{n}{\eta_0}, \quad (45)$$

где  $l$  – ход штока рабочего гидроцилиндра, мм;

$n$  – число рабочих гидроцилиндров, работающих от преобразователя;

$\eta_0$  – объемный КПД привода,  $\eta_0 = 0,92$ .

Величина  $\frac{D_1^2}{d^2}$  называется коэффициентом усиления пневмогидропривода и обычно принимается в пределах 5...20.

Диаметр рабочего гидроцилиндра

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{F}{p_M}}. \quad (46)$$

Внутренний диаметр пневмоцилиндра определяют по формуле

$$D_1 = d \sqrt{\frac{p_M}{p_B \eta_B}}. \quad (47)$$

По результатам расчета подбираются рабочие органы для привода из каталогов производителя.

### **Порядок выполнения работы.**

1 Определить нагрузку, действующую на основные конструктивные элементы оборудования.

2 Выполнить расчет приводного механизма и конструктивных параметров элементов конструкции.

3 Выполнить подбор основных элементов привода.

### **Содержание отчета.**

1 Расчет элементов конструкции и приводного механизма оборудования.

2 Выводы.

## Список литературы

- 1 Образовательный стандарт высшего образования ОСВО 1-37 01 07. Первая ступень. Специальность 1-37 01 07 Автосервис / М-во образования Респ. Беларусь. – Минск: БНТУ, 2016 – 35 с.
- 2 **Савич, Е. Л.** Техническая эксплуатация автомобилей : учебное пособие в 3 ч. Ч. 3: Ремонт, организация, планирование, управление / Е. Л. Савич. – Москва: ИНФРА-М, 2015. – 632 с.: ил.
- 3 **Озорнин, С. П.** Проектирование и использование оборудования для ТО и ремонта транспортно-технологических машин: учебник для студентов вузов / С. П. Озорнин, С. Д. Добрынин, И. Е. Бердников. – Чита: ЗабГУ, 2018. – 160 с.
- 4 **Бондаренко, Е. В.** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учебник для студентов вузов / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. – Москва: Академия, 2011. – 304 с.
- 5 TROMMELBERG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.trommelberg.ru/Brand.aspx/Description>. – Дата доступа: 09.04.2021.
- 6 МАНА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.maha.de/>. – Дата доступа: 09.04.2021.
- 7 МАХА Россия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.maha.ru/about/about.php>. – Дата доступа: 09.04.2021.
- 8 Сфера-Сервис. Оборудование для автосервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sfera-service.ru/sfera/about.htm>. – Дата доступа: 09.04.2021.
- 9 ЛАНТЕК. Разработчик и производитель оборудования для автосервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lan-tech.ru/about>. – Дата доступа: 09.04.2021.
- 10 АО «ГАРО-Трейд» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garotrade.ru/production>. – Дата доступа: 09.04.2021.
- 11 ООО «Ареон» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.areon.su>. – Дата доступа: 09.04.2021.
- 12 Унитарное предприятие «ГАММАТЕСТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gammatest.by>. – Дата доступа: 09.04.2021.
- 13 Компания «Автобис» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autobis.org>. – Дата доступа: 09.04.2021.
- 14 Схема проведения сертификации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://auto-dnevnik.com>. – Дата доступа: 09.04.2021.
- 15 **Афанасиков, Ю. И.** Проектирование моечно-очистного оборудования авторемонтных предприятий / Ю. И. Афанасиков. – Москва: Транспорт, 1988. – 207 с.
- 16 **Кирсанов, Е. А.** Механизация производственных процессов в автотранспортных предприятиях: учебное пособие / Е. А. Кирсанов, Н. П. Панкратов, А. И. Ременцов. – Москва : МАДИ, 1986. – 100 с.
- 17 **Кирсанов, Е. А.** Основы проектирования, расчёта и выбора оборудования для мойки автомобилей / Е. А. Кирсанов, Г. В. Мелкоян. – Москва: МАДИ, 1989. – 51 с.

18 **Ременцов, А. Н.** Механизация производственных процессов в автотранспортных предприятиях / А. Н. Ременцов, Е. А. Кирсанов. – Москва: МАДИ, 1984. – 89 с.

19 **Селиванов, С. С.** Механизация процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей / С. С. Селиванов. – Москва: Транспорт, 1984. – 198 с.

20 **Щец, С. П.** Проектирование и эксплуатация технологического оборудования для технического сервиса автомобилей в условиях АТП / С. П. Щец, И. А. Осипов. – Брянск: БГТУ, 2004. – 270 с.

21 **Карпович, С. К.** Основы проектирования ремонтно-технологического оборудования: учебно-методическое пособие / С. К. Карпович. – Минск: БГАТУ, 2008. – 92 с.

22 **Ивашко, В. С.** Механизация процессов технической эксплуатации. Сервисное обслуживание и ремонт легковых автомобилей. Практикум для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» и 1-37 01 07 «Автосервис»: учебно-методическое пособие / В. С. Ивашко, К. В. Буйкус, В. А. Лойко – Минск: БГАТУ, 2016. – 86 с.

## Приложение А (обязательное)



Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Заочный

Студент \_\_\_\_\_ Курс \_\_\_\_\_ группа \_\_\_\_\_ Шифр \_\_\_\_\_



(Адрес, индекс)  
Аудиторная контрольная работа по дисциплине

### РЕЦЕНЗИЯ

Положительные стороны работы \_\_\_\_\_

Ошибки и недостатки в работе \_\_\_\_\_

### ОЦЕНКА РАБОТЫ

Зачтено	Не зачтено
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Рецензент</div>  </div> <p style="text-align: center;">Подпись рецензента из поле штрих-кода</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Рецензент</div>  </div> <p style="text-align: center;">Подпись рецензента из поле штрих-кода</p>
<p>Расшифровка подписи рецензента (фамилия, инициалы)</p>	<p>Дата</p>

### ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ



Студент \_\_\_\_\_

\* \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_

Рисунок А.1 – Образец бланка для выполнения АКР



Данные, заполняемые в деканате

**Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Лицевая сторона бланка

Факультет Зачный

Студент \_\_\_\_\_ Курс \_\_\_\_\_ группа \_\_\_\_\_ Шифр \_\_\_\_\_

Аудиторная контрольная работа по дисциплине

**РЕЦЕНЗИЯ**

Положительные стороны работы \_\_\_\_\_

Ошибки и недостатки в работе \_\_\_\_\_

Поля рецензии, заполняемые рецензентом

**ОЦЕНКА РАБОТЫ**

Зачтено	Не зачтено
<p>Рецензент</p>  <p>Подпись рецензента на поле штрих-кода</p>	<p>Рецензент</p>  <p>Подпись рецензента на поле штрих-кода</p>
Расшифровка подписи рецензента (фамилия, инициалы)	Дата

Подпись рецензента на поле штрих-кода для зачтенной АКР

Подпись рецензента на поле штрих-кода для не зачтенной АКР

**ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ**

Место для фамилии и инициалов заполняется рецензентом

Места, обязательные для заполнения студентом

Студент \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Дата - указывается рецензентом

Оборотная сторона бланка

Рисунок А.2 – Порядок заполнения бланка по АКР