

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ АВТОСЕРВИСА

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности
1-37 01 07 «Автосервис»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2023

УДК 629.13
ББК 39.38
С38

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Транспортные и технологические машины»
«16» октября 2023 г., протокол № 5

Составитель ст. преподаватель М. Л. Петренко

Рецензент канд. техн. наук, доц. М. Н. Миронова

В методических рекомендациях приведены перечень и порядок проведения практических занятий по дисциплине «Средства технического оснащения автосервиса» для студентов, осваивающих образовательную программу на первой ступени высшего образования по специальности «Автосервис».

Учебное издание

СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ АВТОСЕРВИСА

Ответственный за выпуск	И. В. Лесковец
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 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, 2023

Содержание

Введение.....	4
1 Практическое занятие № 1. Нормативные документы. Требования, предъявляемые к технологическому оборудованию, применяемому в автосервисе.....	5
2 Практическое занятие № 2. Обзор, классификация технологического оборудования автосервиса.....	8
3 Практическое занятие № 3. Анализ конструкции и принципа действия подобранного технологического оборудования.....	11
4 Практическое занятие № 4. Конструктивный расчет технологического оборудования.....	15
5 Практическое занятие № 5. Расчет гидравлического привода технологического оборудования.....	20
6 Практическое занятие № 6. Расчет пневматического привода технологического оборудования.....	22
7 Практическое занятие № 7. Расчет механического привода технологического оборудования.....	25
8 Практическое занятие № 8. Расчет электромеханического привода технологического оборудования.....	29
9 Практическое занятие № 9. Расчет пневмогидравлического привода сборочно-разборочных приспособлений.....	34
10 Практическое занятие № 10. Разработка технических решений модернизируемого технологического оборудования.....	36
11 Практическое занятие № 11. Разработка порядка проведения операций технического обслуживания и цикла жизни технологического оборудования.....	41
12 Практическое занятие № 12. Разработка безопасных приемов работы с модернизированным оборудованием.....	42
Список литературы.....	45

Введение

Технологическое оборудование организаций автосервиса (далее – ОАС) является составной частью его производственно-технической базы (далее – ПТБ) и в целом оказывает существенное влияние на уровень развития ПТБ. Оснащенность постов ТО и ТР технологическим оборудованием определяет производительность и качество автосервисных услуг, условия труда персонала, защиту окружающей среды, ресурсосбережение на ОАС. Обеспеченность технологическим оборудованием характеризуется для ПТБ ОАС такими понятиями, как «механизация» и «автоматизация» технологических процессов ТО и ТР автомобилей [4].

Под механизацией технологических процессов понимается полная или частичная замена ручного труда машинным в той части технологического процесса, в которой происходит изменение технического состояния автомобилей, при сохранении участия человека в управлении оборудованием. Механизацию технологических процессов разделяют на *полную* и *частичную*.

Частичная механизация связана с механизацией отдельных движений и операций, за счет чего облегчается труд и ускоряется выполнение соответствующих технологических операций. *Полная* (или комплексная) механизация охватывает все основные вспомогательные и транспортные операции технологического процесса и представляет собой полную замену ручного труда машинным. Действия рабочего сводятся к управлению оборудованием, регулированию его работы и контролю качества выполнения технологического процесса. Комплексная механизация является предпосылкой для автоматизации и роботизации технологических процессов. Это является высшей степенью механизации.

Автоматизация технологического процесса позволяет полностью исключить ручной труд, заменив его машинным, и освободить рабочего от оперативного управления механизмами. При этом в функции рабочего входят наблюдение за ходом технологического процесса, выполнение регулировочных работ, а также контроль качества выполнения работ. Автоматизация технологических процессов, как и их механизация, может быть частичной и полной. Частичная автоматизация характеризуется полной механизацией всех трудоемких операций ТО и ТР при автоматизации некоторых операций управления оборудованием.

Механизация технологических процессов ТО и ТР автомобилей имеет важное технико-экономическое и социальное значение, выражающееся в облегчении выполнения тяжелых и трудоемких операций, повышении качества выполняемых технических воздействий, улучшении условий труда работников. Улучшение условий труда проявляется в механизации тяжелых, однообразных и вредных операций для здоровья ремонтных рабочих. Механизация подобных операций (работ) по ТО и ТР автомобилей способствует росту производительности труда ремонтных рабочих и повышению качества выполняемых работ [4].

1 Практическое занятие № 1. Нормативные документы. Требования, предъявляемые к технологическому оборудованию, применяемому в автосервисе

Цель работы: ознакомиться с технологическим оборудованием, приспособлениями и инструментом, подлежащим проверке; рассмотреть виды работ и операций, которые могут выполняться с применением данного оборудования в организациях автомобильного сервиса.

Задание

- 1) Ознакомиться с заданным технологическим оборудованием.
- 2) Определить технические характеристики и конструктивные параметры заданного технологического оборудования.
- 3) Установить перечень работ и операций, выполняемых с применением заданного технологического оборудования.

Ход работы

При разработке и создании автосервиса и организации новых видов работ проводятся мероприятия, направленные на подготовку оказываемых и новых услуг автосервиса к сертификации.

Общие требования к порядку сертификации услуг в рамках Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь изложены в ТКП 5.3.21–2014 «Сертификация оказания услуг по обслуживанию транспортных средств». Сертификацию услуг проводят аккредитованные органы по сертификации в соответствии с требованиями ТКП 5.3.21–2014. Порядок проведения работ по сертификации услуг по обслуживанию транспортных средств указан на блок-схеме. Для начала проведения работ по сертификации услуг заявителю необходимо подать заявку в орган по сертификации.

Перечень ТНПА, на соответствие которым проводится сертификация:

- СТБ 1175–2011 «Обслуживание транспортных средств организациями автосервиса. Порядок проведения»;
- СТБ 1641–2006 «Транспорт дорожный. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки»;
- СТБ 960–2011 «Техническое обслуживание и ремонт транспортных средств. Общие требования безопасности»;
- СТБ 2169–2011 «Транспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерения»;
- СТБ 2170–2011 «Транспортные средства, оснащенные двигателями с принудительным зажиганием. Выбросы загрязняющих веществ в отработавших газах. Нормы и методы измерения».

Перечень необходимого инструмента, технологического оборудования, средств измерения и диагностики должен соответствовать требованиям технологического процесса на выполнение конкретных видов услуг, а также обеспе-

чивать возможность, в пределах выполненного объема работ, проверки соответствия транспортного средства требованиям безопасности и охраны окружающей среды.

Примерный перечень средств измерений, необходимых для контроля параметров при обслуживании различных узлов, агрегатов и систем транспортных средств. Средства измерений, используемые организацией автосервиса, должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь и иметь свидетельство о прохождении метрологической поверки. Метрологическая поверка средств измерений осуществляется БелГИМ. Одним из условий качественного ремонта транспортных средств является наличие в организации автосервиса достоверной, полной и актуальной технической документации. Большинство заводов-изготовителей транспортных средств обеспечивает доступ к официальной технической документации на своих сайтах.

В качестве технической документации используются также типовые технологические процессы, которые составляют на такие виды услуг, как:

- шиномонтажные работы, балансировка колес, ремонт местных повреждений шин и камер (пример типового техпроцесса);
- замена масел и технических жидкостей, замена фильтров;
- ремонт деталей (головок блоков цилиндров, расточка и хонинговка блоков и гильз цилиндров, шлифовка коленчатых валов);
- ремонт и установка стекол автомобилей.

Требования, предъявляемые к организациям автосервиса со стороны надзорных органов, установлены в нормативных документах и контролируются региональными центрами гигиены и эпидемиологии, районными отделами по чрезвычайным ситуациям, региональными инспекциями природных ресурсов и охраны окружающей среды. Для получения сертификата соответствия необходимо предоставить в орган по сертификации положительное санитарно-гигиеническое заключение регионального центра гигиены и эпидемиологии, а также согласование режима работы организации с местным исполнительным и распорядительным органом. Органы пожарного надзора и инспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды осуществляют контроль за деятельностью организаций автосервиса в плановом порядке.

Составить перечень работ и функций, выполняемых с применением технологического оборудования, указанного в задании. Указать звенность технологического оборудования.

Сертификацию работ, услуг проводят аккредитованные органы по сертификации работ, услуг (далее – органы по сертификации) в соответствии с областью аккредитации.

При наличии нескольких органов по сертификации, в область аккредитации которых включены сертифицируемые работы, услуги, заявитель вправе обратиться в один из них.

Работы по сертификации работ, услуг осуществляются экспертами-аудиторами органов по сертификации, включенными в реестр Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь.

Схема порядка проведения сертификации услуг автосервиса представлена на рисунке 1.1.

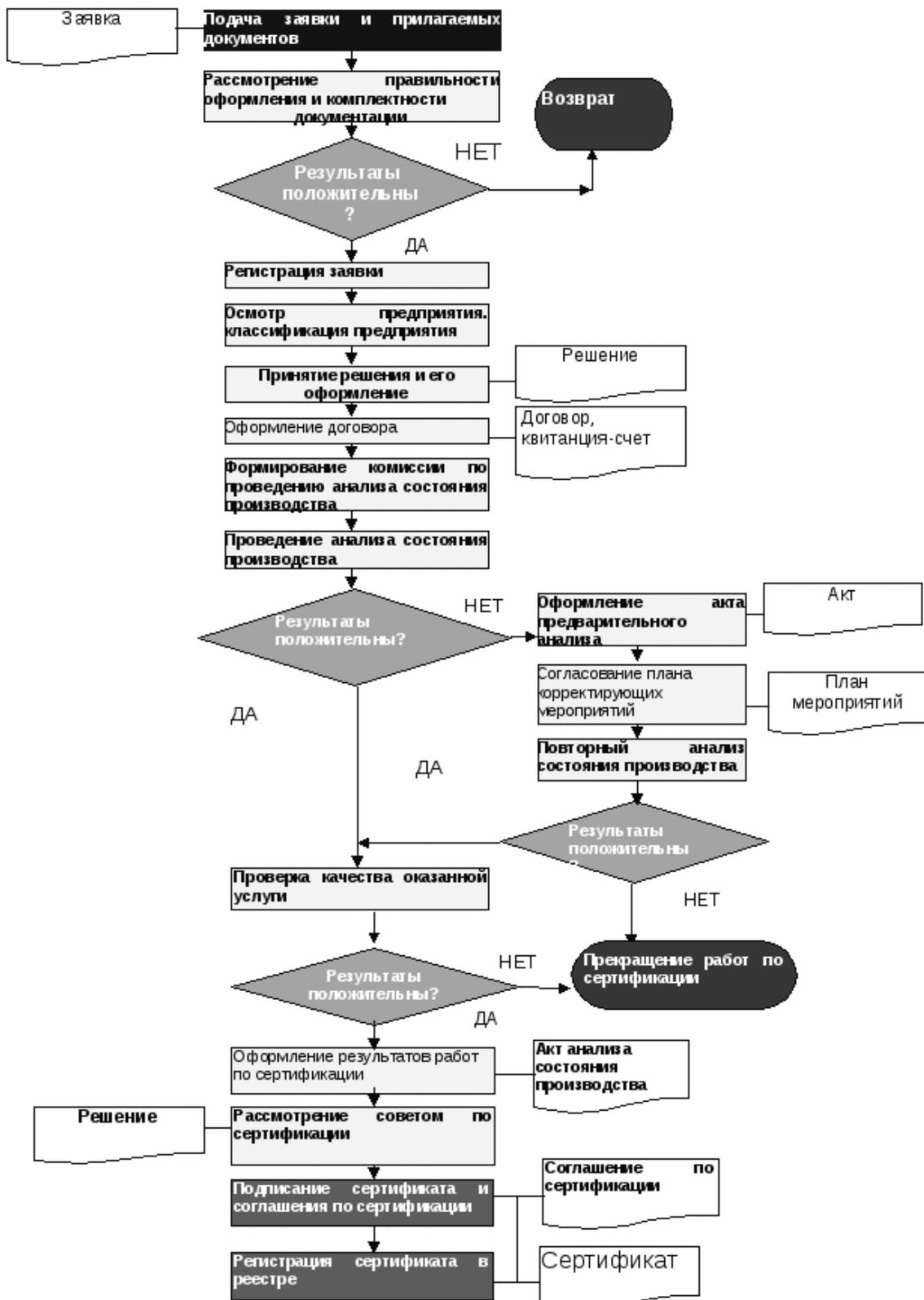


Рисунок 1.1 – Схема порядка проведения сертификации услуг автосервиса [14]

К работам по сертификации могут привлекаться технические эксперты, компетентные в выполнении определенного вида работ или оказании определенного вида услуг и контроле их безопасности и качества. При этом с привлекаемыми специалистами органом по сертификации должны быть заключены соглашения о сотрудничестве, определяющие вопросы компетентности и конфиденциальности.

Привлечение конкретного специалиста должно быть согласовано с заявителем.

Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться с перечнем работ, выполняемых с применением указанного в задании технологического оборудования.

2 Изучить порядок проведения сертификации услуг автосервиса.

3 Ознакомиться с перечнем технических средств измерения и методами проведения контроля качества, выполнения оказанных услуг.

4 Разработать последовательность работы при проведении работ с заданным технологическим оборудованием и порядок проведения контроля выполненных работ.

Содержание отчета

1 Задание с указанием технологического оборудования.

2 Перечень работ, выполняемых на заданном оборудовании, с указанием сертифицируемых операций и параметров, по которым выполняется контроль качества оказанных услуг и перечень средств измерения, применяемых при осуществлении контроля.

3 Схема технологического процесса работы с оборудованием.

4 Выводы.

2 Практическое занятие № 2. Обзор, классификация технологического оборудования автосервиса

Цель работы: ознакомиться с существующими видами технологического оборудования согласно заданному образцу оборудования; найти и ознакомиться с оборудованием данного типа различных марок производителей и моделей; выявить оборудование данного типа, различающиеся по уровню и степени механизации.

Задание

1) Ознакомиться с особенностями конструкции технологического оборудования.

2) Изучить технические характеристики и конструктивные параметры и особенности рассмотренного технологического оборудования различных производителей.

Ход работы

Рассмотрим классификацию оборудования для проведения смазочно-заправочных работ.

Классификация смазочно-заправочного оборудования [22] представлена на рисунке 2.1.

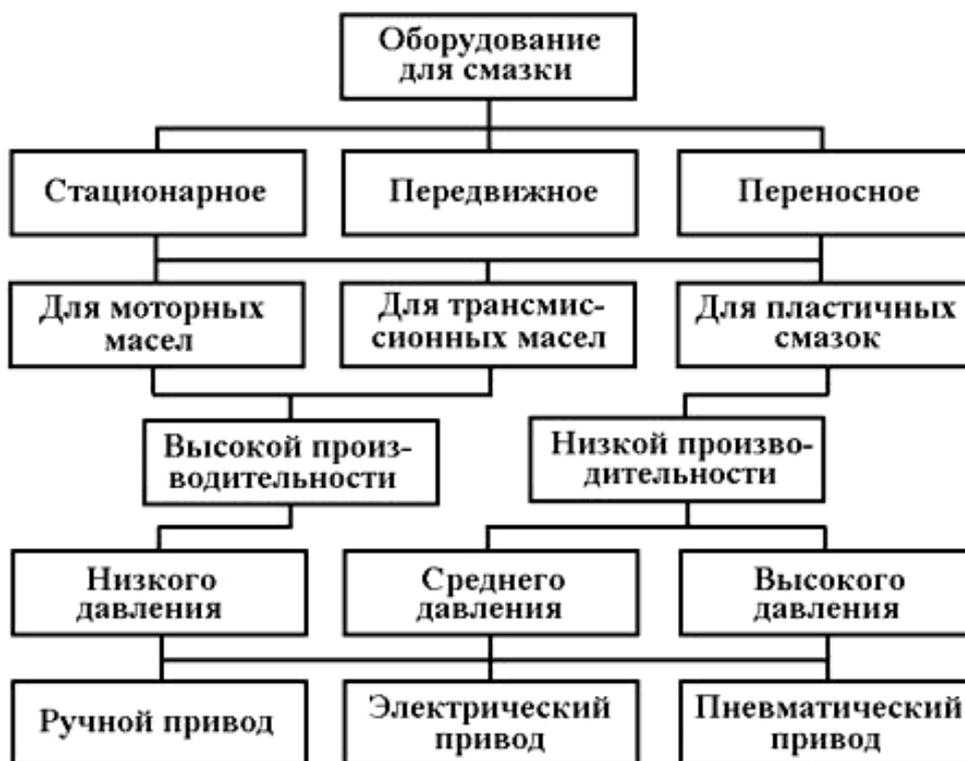


Рисунок 2.1 – Классификация смазочно-заправочного оборудования

В соответствии с рассмотренными конструкциями существующего и применяемого для технического обслуживания и ремонта автомобилей оборудования смазочно-заправочного выявляются и рассматриваются все существующие установки, стенды и приспособления.

При разработке схемы классификации заданного технологического оборудования выполнить поиск моделей и видов оборудования по следующему перечню технических показателей.

1 Способ установки и размещения оборудования в производственной зоне или на участке (переносное, передвижное, стационарное, для размещения на верстак или напольное).

2 Назначение оборудования по типу обслуживаемых агрегатов и механизмов (универсальное, специализированное (для трансмиссии, ДВС, АКПП и т. д.).

3 По способу управления процессом выполнения операций технологического процесса (с ручным управлением, автоматическое, полуавтоматическое, с автоматическим контролем параметров операций).

4 По производительности и мощности.

5 По величине рабочего давления.

6 По типу транспортных средств.

7 По типу приводного механизма (пневматический, ручной, механический, гидравлический, электромеханический и т. д.).

8 По типу и функциональности (для сбора масла, для сбора и раздачи смазочных материалов).

При рассмотрении конструкций технологического оборудования они должны иметь конструктивные отличия. В качестве примера рассмотрим пять различных типов установок для замены масла. Различные типы установок для замены масла представлены на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Установки для замены масла [11–13]

Подобрать не менее пяти различных типов и видов технологического оборудования с указанием их технических характеристик и внести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики технологического оборудования

Номер п/п	Наименование показателя	Значение параметра				
		Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4	Модель 5
1						
2						
3						
<i>n</i>						

В таблице указывается наименование показателей технических характеристик для каждого типа принятого оборудования, при отсутствии у указанной модели данного показателя ставится «—» прочерк.

Для выявленных дополнительных функций у выбранного технологического оборудования приводится их принцип действия и значимость в повышении звенности, их влияние на повышение степени и уровня механизации технологических процессов.

Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться со всеми существующими видами заданного технологического оборудования.

2 Составить подробную схему классификации заданного технологического оборудования.

3 Выполнить подбор пяти различных типов заданного технологического оборудования (один тип принимается согласно заданию) и подробно рассмотреть их отличия.

4 Составить сводную таблицу технических характеристик технологического оборудования, принятого к рассмотрению и сравнительному анализу.

Содержание отчета

1 Задание с указанием технологического оборудования.

2 Схема классификации заданного технологического оборудования.

3 Сводная таблица технических характеристик для пяти различных единиц технологического оборудования.

4 Описание отличительных особенностей принятых к анализу пяти единиц технологического оборудования.

5 Выводы.

3 Практическое занятие № 3. Анализ конструкции и принципа действия выбранного технологического оборудования

Цель работы: ознакомиться с особенностями конструкции и способов применения технологического оборудования согласно заданному образцу оборудования; провести анализ выбранного технологического оборудования и выявить особенности конструкций и принцип работы рассмотренных конструкций технологического оборудования.

Задание

- 1) Ознакомиться с особенностями конструкции технологического оборудования.
- 2) Выполнить сравнительный анализ технических характеристик и конструктивных параметров, перечня технологических операций.
- 3) Определить преимущества и недостатки рассмотренных конструкций технологического оборудования.

Ход работы

На основе рассмотренных конструкций составляется классификация оборудования. Выбирается не менее пяти видов различного технологического оборудования согласно заданному типу и имеющего в своей конструкции отличия и/или различие в способах и перечне выполняемых операций.

Выявляются особенности работы и эксплуатации каждого вида оборудования. Для всех пяти видов описываются их технологические, конструктивные и прочие особенности конструкции, комплектации и влияние значений технических характеристик и параметров выбранного технологического оборудования.

Особенности конструкции, принципа работы и комплектации пяти типов выбранного технологического оборудования сводятся в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Особенности конструкции, работы и комплектации выбранного технологического оборудования

Номер п/п	Перечень функций и комплектность	Наличие параметра				
		Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4	Модель 5
1						
2						
3						
<i>n</i>						

Для каждой выбранной модели отмечаем наличие или отсутствие заданной функции и приспособлений по каждой модели выбранного технологического оборудования.

После таблицы приводится описание, назначение и значимость для авто-сервиса и оказываемых услуг данной функции или дополнительных приспособлений, входящих в комплектацию оборудования. Проводится анализ влияния рассмотренных функций и приспособлений на снижение трудоемкости выполнения технологических операций, облегчение доступа исполнителю к объекту ремонта и снижение/повышение требований к квалификации исполнителя при работе с заданным оборудованием и приспособлениями. Рассматривается степень универсальности функций и приспособлений в зависимости от применимости к различным маркам и моделям автомобильного транспорта.

Рассмотреть значимость технических характеристик и определить наиболее функционально необходимые пределы для данного типа установок и сравнить с заданными значениями параметров у принятого к анализу технологического оборудования.

Пример – Рассмотрим величину давления подачи охлаждающей жидкости в систему охлаждения при ее замене или промывке системы охлаждения в процессе технического обслуживания и замены охлаждающей жидкости.

Давление в системе охлаждения автомобиля находится в пределах от 100 до 250 кПа. Таким образом, при наличии у установки для замены охлаждающей жидкости пределов данного параметра ниже 100 и свыше 250 кПа нет практической пользы. При величине давления прокачки свыше 250 кПа при некорректной работе исполнителя или повреждении органов управления установки возможно повреждение элементов системы охлаждения автомобиля, что повлечет возникновение осложнений при оказании услуг. В то время как функция подогрева рабочей охлаждаемой жидкости перед подачей в систему охлаждения и обеспечение герметичности системы являются необходимыми и снижают затраты времени при проведении операции.

При проведении анализа конструкции приводится описание конструктивных элементов, обозначая их на изображении технологического оборудования по примеру, представленному на рисунке 3.1.

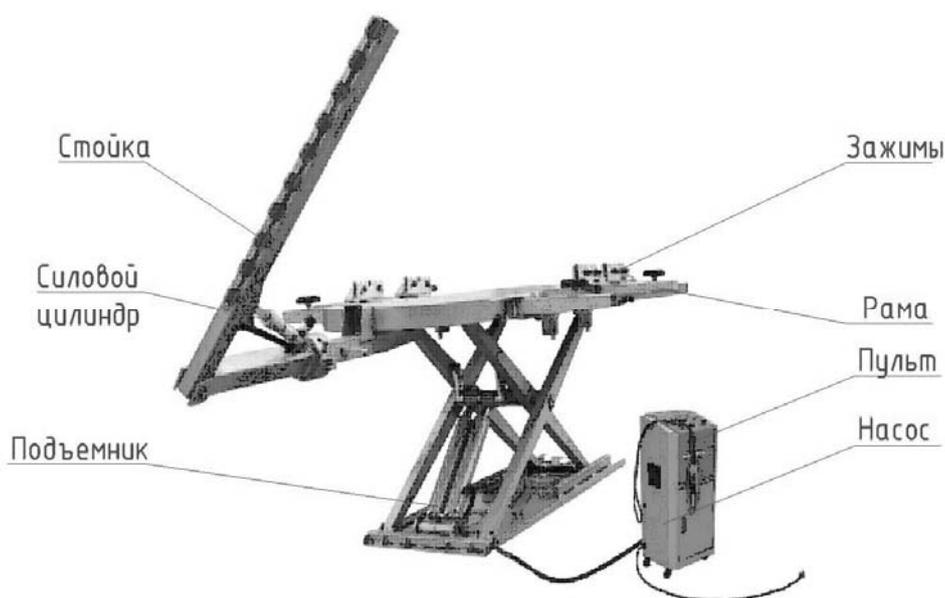


Рисунок 3.1 – Описание конструктивных элементов на изображении технологического оборудования

При расположении основных конструктивных элементов в корпусе технологического оборудования схема оборудования изображается в виде схемы общего вида. Пример изображен на рисунке 3.2.

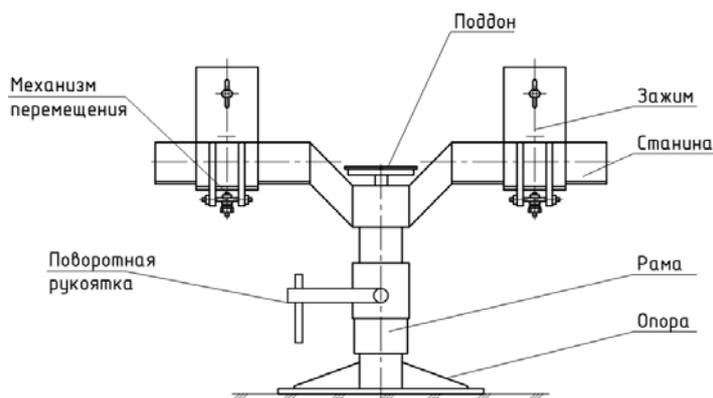


Рисунок 3.2 – Схема расположения основных конструктивных элементов в корпусе технологического оборудования

Описание конструкций с указанием позиций выполняется для всех пяти единиц оборудования. При выполнении описания элементов конструкции оборудования необходимо придерживаться заводских наименований и единообразия в перечне названий элементов при их указании на схеме и в описании назначения и принципа действия.

Поясняется назначение, принцип действия и устройство всех выявленных конструктивных элементов, в особенности тех, которые имеются не на всех видах рассматриваемого технологического оборудования.

Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться с принципом работы выбранного технологического оборудования.

2 Выполнить анализ особенностей конструкции, работы и комплектации выбранного технологического оборудования и результаты анализа представить в виде таблицы.

3 Выполнить подробное описание конструкции пяти различных типов заданного технологического оборудования (один тип принимается согласно заданию) и подписать основные конструктивные элементы оборудования на схемах и изображениях оборудования.

4 Пояснить назначение, принцип действия и устройство всех выявленных конструктивных элементов технологического оборудования.

Содержание отчета

1 Пять единиц принятого технологического оборудования.

2 Таблица с результатами анализа особенностей конструкции, работы и комплектации выбранного технологического оборудования.

3 Пять схем/изображений с отмеченными на них основными конструктивными элементами оборудования.

4 Описание отличительных особенностей принятых к анализу пяти единиц технологического оборудования.

5 Выводы.

4 Практическое занятие № 4. Конструктивный расчет технологического оборудования

Цель работы: ознакомиться с методикой выполнения конструктивного расчета технологического оборудования.

Задание

- 1) Ознакомиться с методикой расчета конструктивных элементов технологического оборудования.
- 2) Выполнить расчет и подбор основных значений конструктивных элементов технологического оборудования.

Ход работы

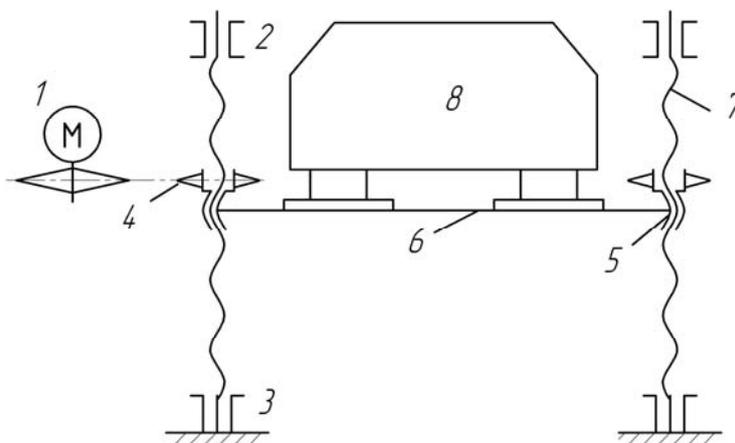
Автомобильный подъемник для сервисного обслуживания состоит из следующих основных систем:

- 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 передвижной, что позволяет изменять расстояние между наездными балками в соответствии с передней колесей обслуживаемого автомобиля, что делает его универсальным.

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

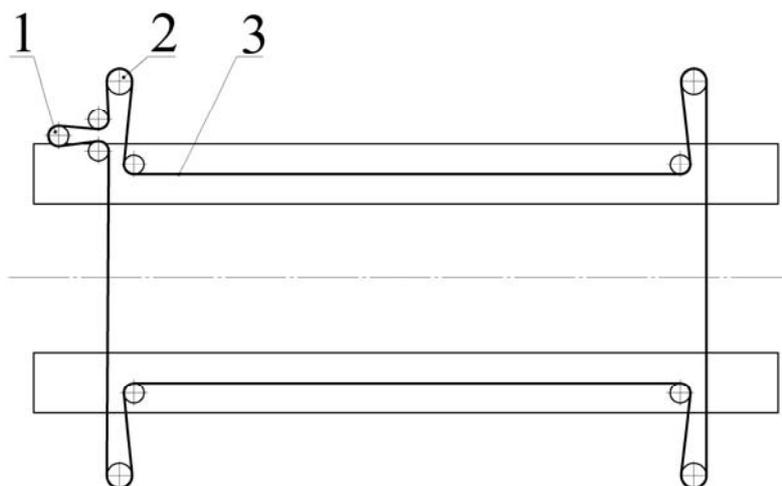
На рисунке 4.1 представлена кинематическая схема рассчитываемого подъемника.



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

Рисунок 4.1 – Кинематическая схема рассчитываемого подъемника

Схема передачи движения на ходовые гайки четырех стоечного подъемника представлена на рисунке 4.2.



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

Рисунок 4.2 – Схема передачи движения на ходовые гайки [15]

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 подъемника.

Вес поднимаемого груза определяется по формуле

$$G_{ном} = m \cdot g, \quad (4.1)$$

где m – масса поднимаемого груза, кг.

Максимальное значение расчетной силы определяется по формуле

$$G_{max} = k \cdot G_{ном}, \quad (4.2)$$

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

Нагрузка на ходовую гайку

$$F_a = \frac{G_{max}}{i}, \quad (4.3)$$

где i – число гаек, $i = 4$.

Перед нахождением диаметра резьбы предварительно выберем профиль резьбы. В данном случае резьба будет трапецеидальная однозаходная. Кроме этого, когда заранее неизвестны высота гайки H_r и высота профиля резьбы h ,

вводят соответствующие коэффициенты $\psi_n = \frac{H_r}{d_2}$ и $\psi_h = \frac{h}{P}$. Тогда средний диаметр резьбы

$$d_2 = \sqrt{\frac{F_a}{(\pi \cdot \psi_n \cdot \psi_h \cdot [p])}}, \quad (4.4)$$

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

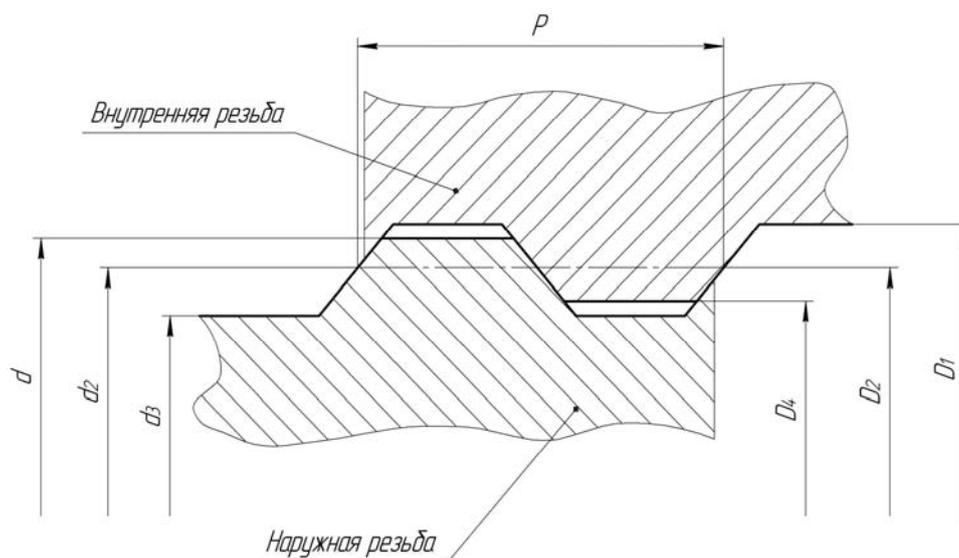
$\psi_h = 0,5$, т. к. резьба трапецеидальная;

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

Значение среднего диаметра принимаем после расчета винта на устойчивость, проведенного в разделе 3. По среднему диаметру определяем все остальные параметры резьбы.

Окончательное обозначение трапецеидальной однозаходной резьбы – $Tr\ 28 \times 3 - 7H/7e$, 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 4.3.



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 4.3 – Номинальные профили резьбы болта и гайки трапецеидальной однозаходной резьбы

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

$$\eta = \varphi \cdot \frac{\operatorname{tg}\psi}{\operatorname{tg}(\psi + \rho)}, \quad (4.5)$$

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

ψ – угол подъема винтовой линии по среднему диаметру резьбы, градус;

ρ – приведенный угол трения, град.

Приведенный угол трения вычисляется по следующей формуле:

$$\rho = \operatorname{arctg}(f), \quad (4.6)$$

где f – приведенный коэффициент трения.

Приведенный коэффициент трения можно определить следующим образом:

$$f = \frac{f}{(\cos(\alpha/2))}, \quad (4.7)$$

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

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

Теперь найдем угол подъема винтовой линии по среднему диаметру:

$$\psi = \operatorname{arctg}\left(\frac{P}{\pi \cdot d_2}\right), \quad (4.8)$$

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

$$t = \frac{H}{v}, \quad (4.9)$$

где H – высота подъема, м;

v – скорость подъема, 2 м/мин = 0,033 м/с.

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

$$P = \frac{F_a \cdot v}{\eta} \quad (4.10)$$

Мощность на всех ходовых гайках

$$P_{\text{общ}} = P \cdot i, \quad (4.11)$$

где i – число ходовых гаек, $i = 4$.

Требуемая мощность электродвигателя, с учетом цепной передачи, определяется следующим образом:

$$P_{\text{мп}} = \frac{P_{\text{общ}}}{\eta_{\text{цеп}}}, \quad (4.12)$$

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

Частоту вращения найдем по следующей формуле:

$$n = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot v}{P \cdot n_p}, \quad (4.13)$$

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 Заданное технологическое оборудование.
- 2 Описание конструкции и принципиальная схема рабочего привода технологического оборудования.
- 3 Расчет элементов конструкции и привода оборудования.
- 4 Подбор исполнительных элементов оборудования по результатам расчета.
- 5 Выводы.

5 Практическое занятие № 5. Расчет гидравлического привода технологического оборудования

Цель работы: ознакомиться с методикой расчета и подбора основных конструктивных элементов гидравлического привода технологического оборудования.

Задание

1) Ознакомиться с методикой расчета конструктивных элементов гидравлического привода технологического оборудования.

2) Выполнить расчет и подбор основных конструктивных элементов 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 5.1.

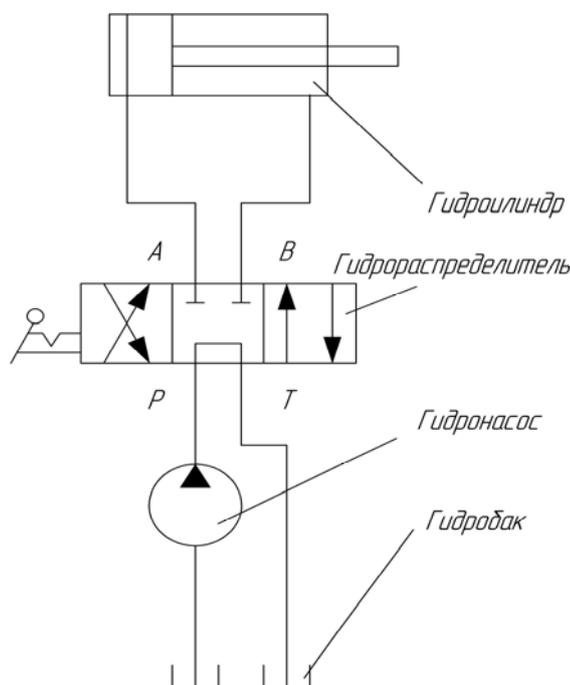


Рисунок 5.1 – Расчетная схема гидравлического привода

Расчет гидроцилиндра привода подъема.

Расчет диаметра гидроцилиндра.

Усилии на штоке для перемещения груза

$$F_n = G \cdot g, \quad (5.1)$$

где G – грузоподъемность, кг.

Диаметр цилиндра

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{8F_n}{p \cdot \eta_{мех} \pi}}, \quad (5.2)$$

где p – номинальное рабочее давление гидроцилиндра, МПа;

$\eta_{мех}$ – механический КПД гидроцилиндра, $\eta_{мех} = 0,95$.

Из таблицы стандартных размеров гидроцилиндра выбираем ближайшее большее значение диаметра.

Расчет расхода жидкости.

Расход рабочей жидкости для поршневой полости

$$O = \frac{\pi D^2}{4\eta_{об}} v, \quad (5.3)$$

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

Скорость штока при подъеме платформы

$$v = \frac{F}{t}, \quad (5.4)$$

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 Заданное технологическое оборудование.
- 2 Описание конструкции и принципиальная схема работы технологического оборудования.
- 3 Расчет элементов конструкции и приводного механизма оборудования.
- 4 Выводы.

6 Практическое занятие № 6. Расчет пневматического привода технологического оборудования

Цель работы: ознакомиться с методикой расчета и подбора основных конструктивных элементов пневматического привода технологического оборудования.

Задание

- 1) Ознакомиться с методикой расчета конструктивных элементов пневматического привода технологического оборудования.
- 2) Выполнить расчет и подбор основных конструктивных элементов пневматического привода технологического оборудования.

Ход работы

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

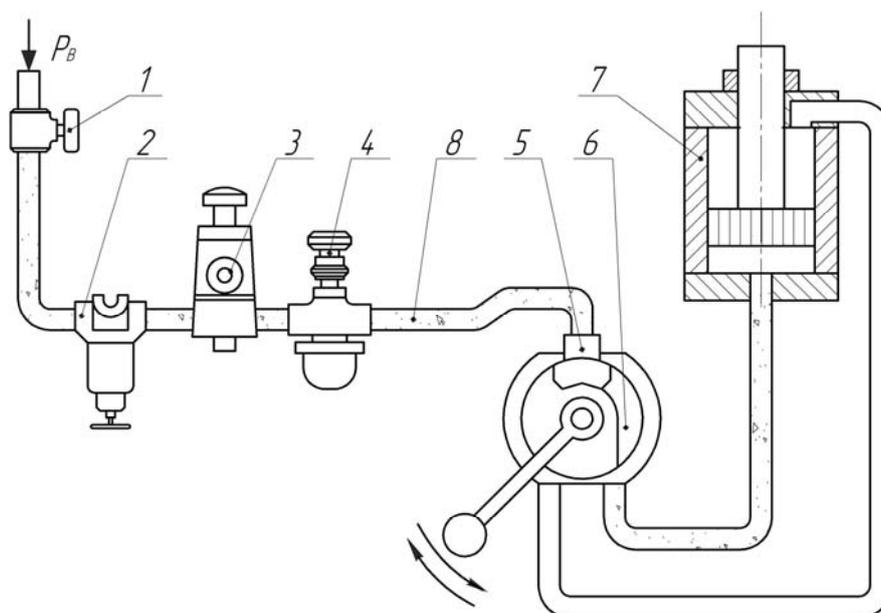
Пневмопривод широко используют в приспособлениях благодаря его высокой скорости срабатывания (доли секунды), простоте конструкции, легкости управления, надежности и стабильности в работе. Исходной энергией является энергия сжатого воздуха.

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 контролируемыми. 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:

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

Силовой пневматический привод представлен на рисунке 6.1.



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

Рисунок 6.1 – Силовой пневматический привод [23]

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 различного 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

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 p_{\text{в}} \eta - F_{\text{пр}}, \quad (6.1)$$

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

$p_{\text{в}}$ – давление сжатого воздуха в сети. Обычно принимается равным 0,5 МПа;

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

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

б) бесштоковой полости цилиндра двухстороннего действия (толкаящая сила):

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 p_e \eta; \quad (6.2)$$

в) штоковой полости цилиндра двухстороннего действия (тянущая сила):

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p_e \eta, \quad (6.3)$$

d – диаметр штока пневматического цилиндра (поршня):

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{F}{[\sigma_p]}}, \quad (6.4)$$

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

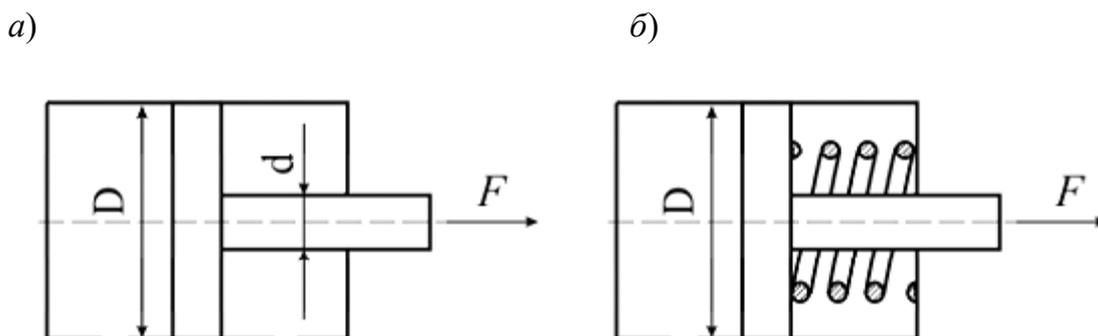


Рисунок 6.2 – Схемы цилиндров пневматического привода – двухстороннего действия; – одностороннего действия

Внутренний диаметр воздухопроводов выбирают в зависимости от диаметра цилиндра.

С учетом коэффициента запаса определяют диаметр пневмоцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{F_{mp} K_{зан}}{0,785 p_e \eta}}, \quad (6.5)$$

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

Полученное значение диаметра округляют до ближайшего большего по ГОСТ15608–81 и по принятому значению диаметра рассчитывают действительную силу на штоке.

Время срабатывания пневмоцилиндра определяют по формуле

$$T_{cp} = \frac{D^2 L_x}{d_6 v_6}, \quad (6.6)$$

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

d_6 – диаметр воздухопровода, мм;

v – скорость перемещения воздуха, м/с; $v = 180$ м/с при $p_6 = 0,5$ 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 Заданное технологическое оборудование.

2 Описание конструкции и принципиальная схема работы технологического оборудования.

3 Расчет элементов конструкции и приводного механизма оборудования.

4 Выводы.

7 Практическое занятие № 7. Расчет механического привода технологического оборудования

Цель работы: ознакомиться с методикой расчета и подбора основных конструктивных элементов механического привода технологического оборудования.

Задание

1) Ознакомиться с методикой расчета конструктивных элементов механического привода технологического оборудования.

2) Выполнить расчет и подбор основных конструктивных элементов механического привода технологического оборудования.

Ход работы

Рассмотрим расчет двухстоечного подъемника. Расчет тросов механизма подъема лап [23].

Статическое натяжение каната подъема

$$N_c = \frac{m}{2i_F \eta_F}, \quad (7.1)$$

где m – масса поднимаемого груза, кг;

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

η_F – КПД блоков, при применении подшипников качения $\eta_F = 0,99$.

Минимальный диаметр тросов

$$d_{\min} = k \sqrt{N_c}, \quad (7.2)$$

где $k = 0,52$.

Динамический коэффициент натяжения

$$\psi_H = 1 + \frac{v}{6 \sqrt{g f_{cm}}}, \quad (7.3)$$

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

f_{cm} – статическая вытяжка каната:

$$f_{cm} = \frac{N_c \cdot h \cdot 100}{2i_F E_S A_c}, \quad (7.4)$$

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

E_S – модуль упругости троса, $E_S = 0,9 \cdot 10^6$ кг/см²;

A_c – площадь поперечного сечения каната, $A_c = 1,89$ см².

Динамическое натяжение каната

$$F_{S_{\text{дин}}} = \psi_H F_S. \quad (7.5)$$

Расчет винта электромеханического подъемника на прочность

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

Внутренний диаметр резьбы

$$d_f = \sqrt{\frac{5N}{\pi[\sigma]}}, \quad (7.6)$$

где N – расчетная нагрузка, Н;
 $[\sigma]$ – допустимый предел:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_m}{n}, \quad (7.7)$$

где n – коэффициент запаса, $n = 2$.
 Расчет винта на устойчивость
 Коэффициент запаса устойчивости

$$n' = 1,25n. \quad (7.8)$$

Критическая сила

$$F_{кр} = n'F. \quad (7.9)$$

По формуле Эйлера критическая сила

$$F_{кр} = \frac{\pi^2 EJ}{(\mu l)^2}, \quad (7.10)$$

где E – модуль Юнга, МПа;
 J – момент инерции сечения винта (без учета резьбы):

$$J = \frac{\pi d_f^4}{64}, \quad (7.11)$$

μ – коэффициент приведения, $\mu = 2$;
 l – расчетная длина винта:

$$l = H + 3d_f, \quad (7.12)$$

где H – высота подъема, мм.

$$d_f = \sqrt[4]{\frac{64Q_{кр}\mu^2 l^2}{\pi^3 E}}. \quad (7.13)$$

Вращающий момент резьбы (винтовой пары)

$$M_{кр} = Q \frac{d_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\lambda + \rho), \quad (7.14)$$

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

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

ρ – угол трения:

$$\rho = \arctg(f), \quad (7.15)$$

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

Проверка винта на совместное действие сжатия и кручения

Напряжение сжатия

$$\tau_{сж} = \frac{N}{\frac{\pi}{4} d_f^2}. \quad (7.16)$$

Напряжение кручения

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{0,2 d_f^3}. \quad (7.17)$$

Приведенное напряжение

$$\sigma_{прив} = \sqrt{\sigma_{сж}^2 + 4\tau_{кр}^2}. \quad (7.18)$$

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 Заданное технологическое оборудование.

2 Описание конструкции и принципиальная схема работы технологического оборудования.

3 Расчет элементов конструкции и приводного механизма оборудования.

4 Выводы.

8 Практическое занятие № 8. Расчет электромеханического привода технологического оборудования

Цель работы: ознакомиться с методикой расчета и подбора основных конструктивных элементов пневматического привода технологического оборудования.

Задание

- 1) Ознакомиться с методикой расчета конструктивных элементов пневматического привода технологического оборудования.
- 2) Выполнить расчет и подбор основных конструктивных элементов пневматического привода технологического оборудования.

Ход работы

В качестве оборудования с электромеханическим приводом рассмотрим электрогайковерт. При расчете гайковерта инерционно-ударного действия придерживаются следующей методики.

1 Рассчитывают осевую силу, действующую вдоль болта, и моменты сил трения на опорном торце гайки, в резьбе и момент сил на заворачивании гайки.

2 Определяют диаметр вала ключа и параметры сцепной кулачковой муфты.

3 Задаваясь длиной вала ключа, определяют угол поворота маховика в процессе заворачивания гайки, замедление маховика и его момент инерции. Исходя из конфигурации маховика, рассчитывают его геометрические размеры.

4 Выполняют расчет мощности электродвигателя.

Электромеханический гайковерт непосредственного действия рассчитывают по следующей методике.

1 Определяют момент T_3 .

2 Подбирают редуктор с выходным валом, рассчитанным на момент T_3 при частоте вращения $40 \dots 70 \text{ мин}^{-1}$

3 Исходя из передаточного числа редуктора подбирают электродвигатель с частотой вращения ротора 750, 1000, 1500 или 3000 мин^{-1} .

4 Определяют мощность электродвигателя по формуле

$$P = \frac{M_3 n}{9740 i \eta}, \quad (8.1)$$

где n – частота вращения ротора электродвигателя;

i – передаточное число редуктора;

η – КПД редуктора.

5 Рассчитывают предохранительную кулачковую муфту. Если предполагают изготовление гайковерта с регулируемым моментом, рассчитывают длину винта, по которому перемещается регулировочная гайка муфты.

Момент, необходимый для заворачивания гайки заданного размера,

$$M_3 = M_m + M_p, \quad (8.2)$$

где M_m – момент сил трения на опорном торце гайки:

$$M_m = FfD_{cp} / 2, \quad (8.2)$$

где F – осевая сила, Н;

f – коэффициент трения на торце гайки. При сухом трении сталь по стали $f = 0,15$.

$$D_{cp} = (D_1 + d_{омг}) / 2. \quad (8.3)$$

Момент сил в резьбе

$$M_p = 0,5Fd_2 \operatorname{tg}(\psi + \varphi), \quad (8.4)$$

где ψ – угол подъема резьбы, град, $\psi = \operatorname{arctg}(p/\pi d_2)$;

d_2 – средний диаметр резьбы, $d_2 = d - 0,54 p$;

d – наружный диаметр резьбы;

p – шаг резьбы;

φ – угол трения в резьбе, град; $\varphi = \operatorname{arctg}f_{np}$;

f_{np} – приведенный коэффициент трения. Для крепежных резьб $f_{np} = 0,174$. Тогда $\varphi = 9,9^\circ$.

После подстановок и преобразований получим

$$M_3 = 0,5Fd_2 \left[(D_{cp} / d_2) f + \operatorname{tg}(\psi + \varphi) \right]. \quad (8.5)$$

Момент при отворачивании гайки будет несколько меньше:

$$M_3 = 0,5Fd_2 \left[(D_{cp} / d_2) f + \operatorname{tg}(\psi - \varphi) \right]. \quad (8.6)$$

Осевую силу F рассчитывают исходя из условия прочности резьбы по напряжениям среза. Сильнее нагружена резьба винта, т. к. диаметр впадин винта меньше диаметра впадин гайки.

$$F \leq [\tau] \pi d_1 H K K_m, \quad (8.7)$$

где $[\tau]$ – допускаемое касательное напряжение среза, Н/м²; $[\tau] = 0,6[\sigma_T]$;

d_1 – диаметр впадин резьбы винта, м; $d_1 = d - 1,08p$;

H – высота гайки, м; $H = 0,8d_1$;

K – коэффициент полноты треугольной резьбы, $K = 0,87$;

K_m – коэффициент неравномерности распределения нагрузки по виткам резьбы, $K_m = 0,6$

Для большинства сталей $[\sigma_m] = 250 \dots 400 \cdot 10^6$ Н/м².

Следующим этапом является расчет диаметра вала d_e .

В общем случае, с учетом коэффициента запаса,

$$M_z = 0,8[\tau_0]W_0, \quad (8.8)$$

где W_0 – момент сопротивления вала, $W_0 = 0,2d_e^3$.

$[\tau_0]$ – допускаемые касательные напряжения, $[\tau_0] = 50 \cdot 10^6$ Н/м².

$$d_e = \sqrt[3]{M_z / (0,16[\tau_0])}. \quad (8.9)$$

Следующий шаг – расчет кулачковой сцепной полумуфты.

Внутренний диаметр муфты

$$d_{вн} = d_e + 10. \quad (8.10)$$

Наружный диаметр муфты

$$D_n = 2d_e. \quad (8.11)$$

Высота зубьев муфты h и их ширина a выбираются из таблицы 8.1.

Таблица 8.1 – Размеры зубьев муфты

Диаметр вала d_e , мм	Высота зубьев муфты h , мм	Ширина зубьев a , град
20...28	4	45
32...45	6	36
50...60	8	30
70...80	10	30
90...100	12	30

Частота вращения маховика определяется наибольшей частотой вращения, при которой допускается включение муфты на ходу:

$$n_0 = \frac{1000 \cdot 60v}{\pi D}, \text{ м}^{-1}, \quad (8.12)$$

где v – допускаемая окружная скорость, $v = 0,8$ м/с;
 D – средний диаметр кулачков, $D = (D_n + d_{вн})/2$.
 Угловая скорость вращения маховика

$$\omega = \frac{\pi n_0}{30}. \quad (8.13)$$

Момент инерции маховика

$$J = \frac{T_3}{\varepsilon}, \quad (8.14)$$

где ε – угловое ускорение (замедление) маховика:

$$\varepsilon = \frac{\omega^2}{2\varphi}, \quad (8.15)$$

где φ – угол поворота маховика в процессе передачи момента на ключ гайковерта, рад.

Приближенно φ можно определить из угла закручивания вала:

$$\varphi = (10 - 15)\varphi_0; \quad (8.16)$$

$$\varphi = \frac{M l}{GJ_p}, \quad (8.17)$$

где l – длина вала; $l \approx 20 d$;

G – модуль сдвига стали, $G = 8 \cdot 10^{10}$ Н/м²;

J_p – полярный момент инерции сечения вала, $J_p = \pi d^4/32$.

Определив ε и J , задаются конфигурацией маховика, его размерами и, исходя из этого, находят его массу.

Для сплошного маховика в виде диска масса

$$m = \frac{2J}{r^2}. \quad (8.18)$$

Зная массу маховика и его радиус, можно найти толщину маховика h .
 Для сплошного маховика

$$h = \frac{m}{\pi r^2 \gamma}, \quad (8.19)$$

где γ – плотность материала маховика, кг/м³.

Мощность электродвигателя определяется из условия достаточно интенсивного разгона маховика, ротора электродвигателя и преодоления потерь на трение в ременной передаче и подшипниках.

Энергия вращения маховика

$$W_{ep} = \frac{J\omega^2}{2}. \quad (8.20)$$

Мощность, необходимая для разгона,

$$P_p = \frac{W_{ep}}{\Delta t}, \quad (8.21)$$

где Δt – время разгона, $\Delta t = 0,1 \dots 0,2$ с.

Так как в массовой справочной литературе момент инерции ротора электродвигателя не приводится, а пренебрегать им нельзя, коэффициент запаса мощности берут $K_z = 2 \dots 3$.

$$P_{\partial s} = \frac{P_p K_z}{\eta_p \eta_n^z}, \quad (8.22)$$

где η_p – КПД ременной передачи, $\eta_p = 0,96 \dots 0,98$;

η_n – КПД подшипника, $\eta_n = 0,99$;

z – количество подшипников.

На этом расчет гайковерта инерционно-ударного действия считают законченным.

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 Заданное технологическое оборудование.
- 2 Описание конструкции и принципиальная схема работы технологического оборудования.
- 3 Расчет элементов конструкции и приводного механизма оборудования.
- 4 Выводы.

9 Практическое занятие № 9. Расчет пневмогидравлического привода сборочно-разборочных приспособлений

Цель работы: ознакомиться с методикой расчета и подбора основных конструктивных элементов пневматического привода технологического оборудования.

Задание

- 1) Ознакомиться с методикой расчета конструктивных элементов пневматического привода технологического оборудования.
- 2) Выполнить расчет и подбор основных конструктивных элементов пневматического привода технологического оборудования.

Ход работы

Пневмогидравлический привод, сочетающий в себе пневматический и гидравлический цилиндры с пневмогидравлическим мультипликатором (преобразователем), 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 9.1.

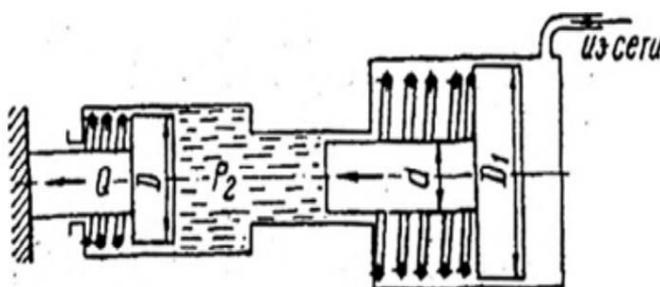


Рисунок 9.1 – Схема пневмогидравлического привода

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

$$p_m \frac{\pi d^2}{4} = p_g \frac{\pi D_1^2}{4}. \quad (9.1)$$

Из этого уравнения

$$p_m = p_g \frac{D_1^2}{d^2}. \quad (9.2)$$

Тогда

$$F = \frac{\pi D^2 p_m \eta_m}{4} = \frac{\pi D^2 p_g \eta_m \eta_g D_1^2}{4 d^2}, \quad (9.3)$$

где D – диаметр поршня гидроцилиндра, мм;

p_m – давление масла, МПа;

η_m – КПД гидроцилиндра, $\eta_m = 0,95 \dots 0,98$;

η_g – КПД пневмоцилиндра, $\eta_g = 0,85 \dots 0,90$;

D_1 – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

d – диаметр штока пневмоцилиндра, мм.

Величина хода штока пневмоцилиндра

$$L = l \left(\frac{D_1}{d} \right)^2 \frac{n}{\eta_0}, \quad (9.4)$$

где l – ход штока рабочего гидроцилиндра, мм;

n – число рабочих гидроцилиндров, работающих от преобразователя;

η_0 – объемный КПД привода, $\eta_0 = 0,95$.

Величина $\frac{D_1^2}{d^2}$ называется коэффициентом усиления пневмогидропривода

и обычно принимается в пределах $5 \dots 20$.

Диаметр рабочего гидроцилиндра

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{F}{p_m}}. \quad (9.5)$$

Внутренний диаметр пневмоцилиндра определяют по формуле

$$D_1 = d \sqrt{\frac{p_m}{p_g \eta_g}}. \quad (9.6)$$

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

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.
- 5 Выполнить подбор основных элементов привода.

Содержание отчета

- 1 Заданное технологическое оборудование.
- 2 Описание конструкции и принципиальная схема работы технологического оборудования.
- 3 Расчет элементов конструкции и приводного механизма оборудования.
- 4 Выводы.

10 Практическое занятие № 10. Разработка технических решений модернизируемого технологического оборудования

Цель работы: провести анализ результатов расчета и конструкции заданного технологического оборудования и выработать технические решения по доработке конструкции оборудования для решения поставленной задачи.

Задание

- 1) Провести анализ результатов расчета и конструкции заданного технологического оборудования.
- 2) Выработать технические решения по доработке конструкции оборудования для решения поставленной задачи.

Ход работы

Выработать два-три различных варианта доработки или модернизации технологического оборудования, направленные на повышение звенности оборудования, а также уровня и степени механизации технологических процессов с применением данного технологического оборудования.

Решения могут быть направлены на повышение количества выполняемых операций, повышение универсальности или же на снижение затрат времени на подключение оборудования к автомобилю и его системам.

По результатам разработанных решений провести их анализ с точки зрения унификации и технологичности при практической реализации. Проанализировать принятые решения в плане их влияния на повышение применения данного оборудования в технологическом процессе ремонта и ТО автомобилей.

Оформить принятые конструкторские решения в виде сборочного чертежа и чертежа общего вида.

Виды и комплектность конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.102–68.

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки(изготовления) и контроля. Код документа «СБ».

Чертеж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Код документа «ВО».

Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. Правила выполнения конструкторских документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ устанавливает ГОСТ 2.004–88. Стандарт устанавливает форматы документов, основные надписи, масштабы, шрифты, типы линий для изображений, вычерчиваемых на графопостроителях.

Чертеж общего вида содержит:

а) изображения изделия (виды, разрезы, сечения), дающие представление о конструкции и взаимодействии составных частей;

б) номера позиций составных частей;

в) сведения о составе изделия, включающие наименования, обозначения составных частей, марки конструкционных материалов деталей и др.;

г) текстовую часть, надписи и таблицы, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, его технических характеристик, взаимодействия составных частей и принципа работы;

д) габаритные, установочные, присоединительные и справочные размеры;

е) основную надпись.

Условности и упрощения на чертеже общего вида.

Чертежи общего вида выполняют с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов ЕСКД. На чертежах общего вида не изображают фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, рифления, насечки, оплетки и другие мелкие элементы (рисунок 10.1).

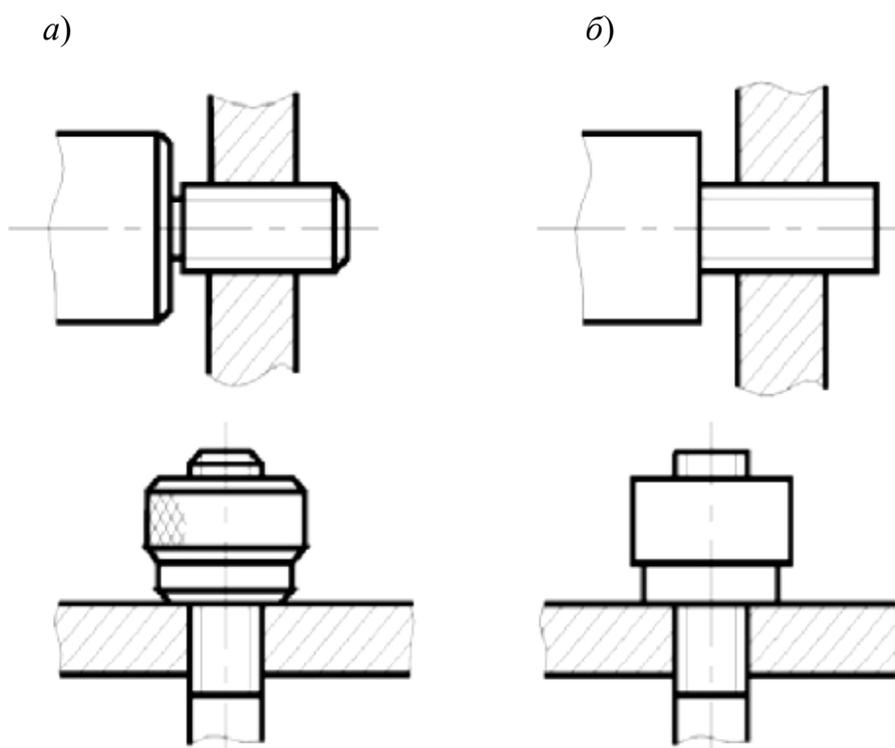


Рисунок 10.1 – Конструктивные (а) и упрощенные (б) изображения на чертежах общего вида [23]

Болтовые, шпилечные, винтовые, шпоночные, шлицевые соединения на чертежах общего вида изображают, как правило, упрощенно (рисунок 10.2).

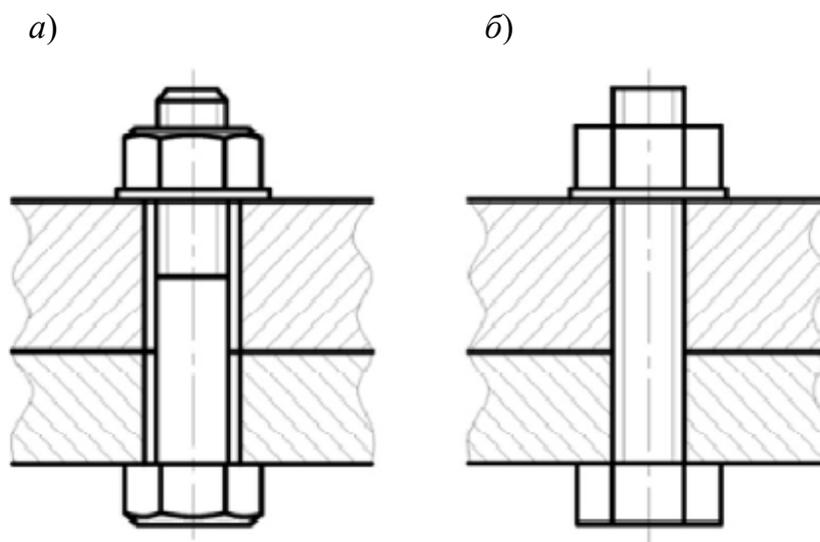


Рисунок 10.2 – Конструктивное (а) и упрощенное (б) изображения болтового соединения [23]

Сварное, паяное, клееное изделие из однородного материала в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют как монолитное тело (в одну сторону), изображая границу между деталями сплошными основными линиями (рисунок 10.3).

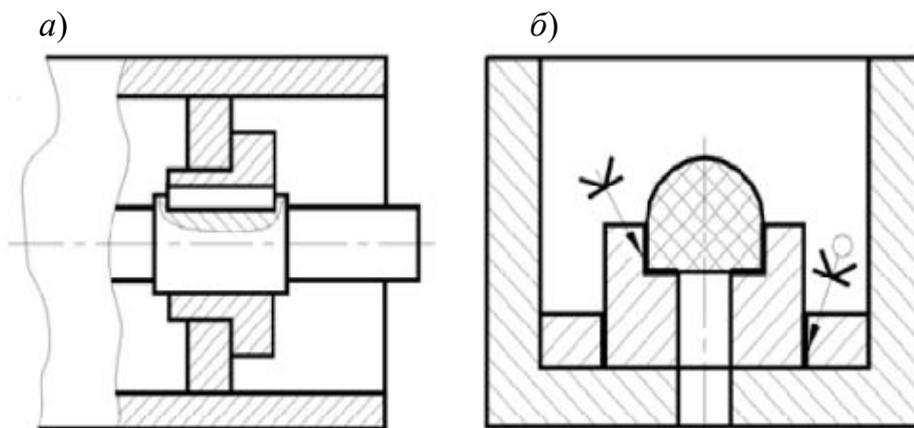


Рисунок 10.3 – Изображения сварного (а) и клееного (б) соединений в сборе с другими изделиями на чертежах общего вида [23]

Крепежные соединения на круглых фланцах, не попавшие в разрез, условно вводят в плоскость разреза (рисунок 10.4). При этом упрощенно изображают один элемент, а остальные показывают условно.

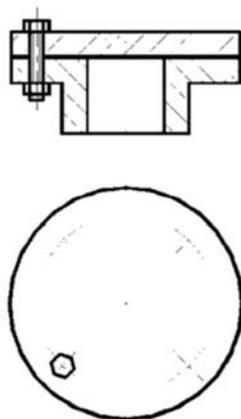


Рисунок 10.4 – Упрощенное изображение крепежных соединений на фланцах [23]

На чертежах общего вида пишут специальные технологические указания, если они являются единственными (рисунок 10.5).

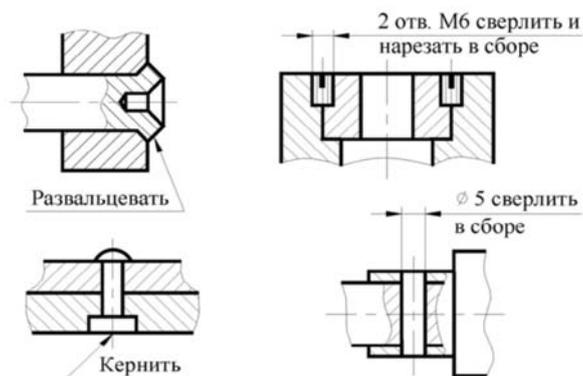


Рисунок 10.5 – Технологические указания на чертежах общего вида [23]

Детализированием называют процесс выполнения рабочих чертежей деталей изделия по его чертежу общего вида. Процесс детализирования в основном аналогичен способу разборки изделия. Его следует выполнять в следующей последовательности.

1 Найти намеченную для детализирования деталь на всех изображениях и внимательно изучить ее внешнюю и внутреннюю формы. Определить габаритные размеры детали, измеряя их непосредственно по чертежу, но с обязательным учетом масштаба изображения.

2 Выбрать главное изображение детали. Принять решение по составу изображений исходя из условия, что их количество должно быть минимальным, но достаточным для уяснения формы и размеров детали.

3 Выбрать формат листа в зависимости от габаритных размеров, сложности детали и масштаба изображения. После этого можно приступить к непосредственному выполнению чертежей деталей.

На все детали, входящие в состав изделия, разрабатывают рабочие чертежи. Исключение составляют детали, изготавливаемые: из фасонного или сортового материала отрезкой под прямым углом; листового материала отрезкой по периметру прямоугольника или окружности без последующей обработки; покупные детали.

Порядок выполнения работы

1 Провести анализ результатов расчета заданного технологического оборудования.

2 Провести анализ конструкции заданного технологического оборудования.

3 Выработать решения по двум-трем способам модернизации заданного технологического оборудования.

4 Выполнить составление документации по одному технологическому направлению модернизации оборудования.

Содержание отчета

1 Заданное технологическое оборудование.

2 Анализ результатов расчета и конструкции заданного технологического оборудования.

3 Выработанное решение по двум-трем способам модернизации заданного технологического оборудования.

4 Выполненная документации по одному технологическому направлению модернизации оборудования

5 Выводы.

11 Практическое занятие № 11. Разработка порядка проведения операций технического обслуживания и цикла жизни технологического оборудования

Цель работы: ознакомиться с порядком проведения операций технического обслуживания и поддержания цикла жизни технологического оборудования.

Задание

- 1) Ознакомиться с порядком проведения операций технического обслуживания технологического оборудования.
- 2) Разработать порядок проведения операций технического обслуживания для поддержания цикла жизни технологического оборудования с учетом принятых решений по модернизации.

Ход работы

Оборудование, предназначенное для механизации технологических процессов ТО и ремонта подвижного состава АТ, является частью основных производственных фондов организации [24].

В процессе эксплуатации оборудование, так же как и автомобиль, изнашивается, деформируется, подвергается коррозии и воздействию других факторов, что в конечном итоге снижает показатели его надежности и долговечности.

Для поддержания работоспособности технологического оборудования разработана система технического обслуживания и ремонта, которая носит плано-предупредительный характер.

При ремонте гаражного оборудования в зависимости от его сложности и назначения применяются следующие виды технических воздействий, имеющих определенные для каждого вида оборудования перечни операций:

- 1) ежедневное обслуживание ЕО;
- 2) периодическое техническое обслуживание ТО;
- 3) сезонное обслуживание СО;
- 4) текущий ремонт Т;
- 5) средний ремонт для некоторых моделей оборудования С;
- 6) капитальный ремонт К.

Перечень, периодичность и трудоемкость операций ТО и ремонта устанавливаются Положением и Руководствами по ТО и Р технологического оборудования на СТО с учетом рекомендаций автозаводов.

Нормативы трудоёмкости и периодичности ТО и ремонта некоторых моделей оборудования приведены в инструкции по эксплуатации данного оборудования.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с порядком проведения операций технического обслуживания технологического оборудования.
- 2 Разработать порядок проведения операций технического обслуживания для поддержания цикла жизни технологического оборудования с учетом принятых решений по модернизации.
- 3 Составить схему последовательности операций технического обслуживания для поддержания цикла жизни технологического оборудования.

Содержание отчета

- 1 Схема последовательности операций технического обслуживания для поддержания цикла жизни технологического оборудования.
- 2 Регламент работ по техническому обслуживанию технологического оборудования с учетом принятых решений по модернизации.
- 3 Выводы.

12 Практическое занятие № 12. Разработка безопасных приемов работы с модернизированным оборудованием

Цель работы: ознакомиться и разработать безопасные приемы работы с модернизированным технологическим оборудованием.

Задание

- 1) Ознакомиться с безопасными приемами работы с технологическим оборудованием.
- 2) Разработать безопасные приемы работы с модернизированным технологическим оборудованием.

Ход работы

Обязанностью механика является следующее:

- обеспечивать безопасное состояние производственных и вспомогательных помещений, оборудования, инструмента, инвентаря, транспортных средств, сантехнических установок;
- обеспечивать правовую организацию работ;
- обеспечивать контроль соблюдения рабочими норм, правил, инструкций, приказов по технике безопасности и промышленной санитарии;
- не допускать работников к самостоятельной работе без проведения инструктажа и проверки знаний работы;
- следить за правильной эксплуатацией механизмов;
- обеспечивать, исправным инструментом;

- следить за наличием на рабочем месте инструкций по безопасности;
- проводить своевременно расследование по несчастным случаям;
- участвовать в разработке инструктажей в области охраны труда.

Рассмотрим безопасные методы работы с оборудованием на примере шиномонтажного стенда С601.

Требования охраны труда во время работы.

1 При демонтаже шины с диска, плотно приставшей к боку колеса, осуществляется съемником. Запрещается выбивать диски кувалдой (молотком).

2 Перед монтажом шины необходимо проверить состояние обода.

3 Шины перед ремонтом должны быть очищены от пыли и грязи.

4 Накачку шин следует вести в два этапа: вначале до 0,5 кг на 1 см² с проверкой положения замочного кольца, а затем до давления, предписываемого инструкцией.

5 В случае обнаружения неправильного положения замочного кольца выпустить весь воздух из накачиваемой шины, исправить положение кольца, а затем повторить указанные операции. Подкачку шин без демонтажа следует производить, если давление воздуха в них снизилось не более 40 % от нормы.

6 На участке накачивания шин должен быть установлен манометр или дозатор давления воздуха.

7 При использовании для накачивания шин компрессорной установки с электроприводом: осмотреть состояние электрических аппаратов, манометра (должен быть проверен в лаборатории Госстандарта, на шкале манометра должна быть красная черта, соответствующая разрешенному давлению); проверить наличие и исправность заземления компрессора и наличие СИЗ (диэлектрических перчаток, ковриков, инструмента с изолированными ручками); слить конденсат через продувочные краники из воздухоборника.

8 Перед включением компрессора, прокручиванием вручную, проверить, нет ли заклинивания.

9 Опробовать работу компрессора на холостом ходу с выпуском воздуха наружу по инструкции завода-изготовителя.

10 После перевода компрессора на режим «Работа» проверить смазку механизмов, охлаждение и давление воздуха в ресивере.

11 Для осмотра внутренней поверхности покрышки должен применяться спредер (расширитель).

12 Новые шины должны быть укомплектованы новыми камерами. То же рекомендуется и для шин, восстановленных методом наложения протектора.

13 Монтаж шин, имеющих направленный рисунок протектора, выполняйте так, чтобы направление стрелок на боковинах покрышки совпадало с направлением вращения колеса при движении самоходной техники вперед.

14 Для изъятия из шины посторонних предметов необходимо пользоваться клещами.

15 Запрещается монтировать покрышку на обод, покрытый ржавчиной или имеющий вмятины, трещины, заусенцы.

16 Стопорное кольцо при монтаже шины на диск должно надежно входить в выемку обода всей внутренней поверхностью.

17 При накачивании шины воздухом исправлять ее положение на диск постукиванием можно только после его прекращения подачи.

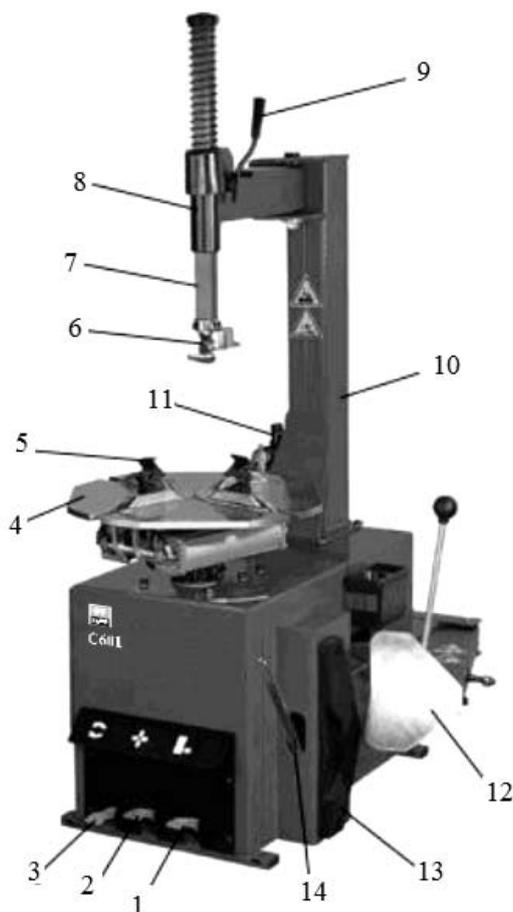
18 Производить монтаж шин на неисправные диски колес, а также применять по соответствующему размеру шин диски колеса съемные фланцы запрещается.

19 Во время накачивания шины запрещается осаживать стопорное кольцо молотком или кувалдой.

20 Подкачивать шину без демонтажа можно, если давление воздуха снизилось не более чем на 40 % и если есть уверенность в том, что уменьшение давления не нарушило правильность монтажа.

21 Подкачивать шину колеса, снятого с автомобиля, необходимо с применением ограждения или страхующего приспособления достаточной прочности и величины от выскакивания стопорного кольца. Давление воздуха можно проверить только в остывших шинах.

22 На посту накачки шин должен быть установлен дозатор давления воздуха или манометр.



1 – педаль отжима; 2 – педаль зажимных кулачков; 3 – педаль реверса; 4 – поворотный стол; 5 – кулачки; 6 – монтажная головка; 7 – держатель монтажной головки; 8 – поворотное устройство; 9 – рукоятка зажима; 10 – стойка; 11 – регулятор давления; 12 – отжим; 13 – накладка; 14 – монтажная лопатка

Рисунок 12.1 – Шиномонтажный станок С601 [15]

Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться с безопасными приемами работы с технологическим оборудованием.

2 Разработать безопасные приемы работы с модернизированным технологическим оборудованием.

3 Привести описание изменения в приемах работы с заданным оборудованием после проведения модернизации.

Содержание отчета

1 Описание безопасных приемов работы с модернизированным технологическим оборудованием.

2 Привести описание изменений в приемах работы с заданным оборудованием после проведения модернизации.

3 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, 2019. – 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 **Савич, Е. Л.** Организация сервисного обслуживания легковых автомобилей: учебное пособие / Е. Л. Савич, М. М. Болбас, А. С. Сай; под ред. Е. Л. Савича. – Москва: ИНФРА-М; Новое знание, 2016. – 160 с.

4 **Бондаренко, Е. В.** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования: учебник для студ. высш. учеб. заведений / 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: 09.09.2023.

6 «МАНА» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.maha.de/>. – Дата доступа: 09.09.2023.

7 «МАХА Россия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.maha.ru/about/about.php>. – Дата доступа: 09.09.2023.

8 «Сфера–Сервис» Оборудование для автосервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sfera-service.ru/sfera/about.htm>. – Дата доступа: 09.09.2023.

9 «ЛАНТЕК» Разработчик и производитель оборудования для автосервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lan-tech.ru/about>. – Дата доступа: 09.09.2023.

10 АО «ГАРО-Трейд» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garotrade.ru/production>. – Дата доступа: 09.09.2023.

11 ООО «Ареон» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aron.su>. – Дата доступа: 09.09.2023.

12 Унитарное предприятие «ГАММАТЕСТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gammatest.by>. – Дата доступа: 09.09.2023.

13 Компания «Автобис» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autobis.org>. – Дата доступа: 09.09.2023.

14 Схема проведения сертификации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://auto-dnevnik.com>. – Дата доступа: 09.09.2023.

15 **Попов, Б. Б.** Проектирование, эксплуатация и ремонт уборочных машин / Б. Б. Попов. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – 89 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, расчета 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 Схема проведения сертификации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://auto-dnevnik.com>. – Дата доступа: 08.10.2023.

23 **Ивашко, В. С.** Механизация процессов технической эксплуатации. Средства технического оснащения автосервиса. 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.

24 **Штефан, Ю. В.** Проектирование современного технологического оборудования: курс лекций / Ю. В. Штефан, В. А. Зорин, А. Ф. Синельников. – Москва: МАДИ, 2018. – 120 с.