

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «МАШИНОСТРОЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ»

Методические указания

к выполнению курсовой работы
по дисциплинам

**«Средства технического оснащения автосервиса»,
«Механизация процессов технической эксплуатации»**

для студентов специальностей

1 - 37 01 07 **«Автосервис»**

1 - 37 01 06 **«Техническая эксплуатация автомобилей»**,

Часть 1



Брест 2018

УДК 629.331.083(075.8)

Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплинам «Средства технического оснащения автосервиса», «Механизация процессов технической эксплуатации», для студентов специальностей 1 - 37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей», 1 - 37 01 07 «Автосервис», часть 1, содержат тематику, содержание и правила оформления курсовой работы, а также методику и примеры расчета электрогидравлических подъемников различных типов. Данные методические указания могут использоваться для выполнения конструкторской части дипломного проекта студентами данных специальностей. Издаётся в 2 частях. – Часть 1.

Составители: С.В. Монтик, зав. кафедрой МЭА, доцент, к.т.н.
Я. А. Акулич, ст. преподаватель кафедры МЭА, м.т.н.

Рецензент: начальник отдела охраны труда и безопасности движения филиала
«Автовокзал г. Бреста» ОАО «Брестоблавтотранс» П. С. Концевич

1 Тематика, цели и структура курсовой работы

По дисциплинам «Средства технического оснащения автосервиса», «Механизация процессов технической эксплуатации» студенты в соответствии с индивидуальным заданием на проектирование выполняют курсовую работу.

Целью выполнения курсовой работы является: 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; изучение правил эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и оснастки, используемых для механизации технического обслуживания и ремонта автомобилей.

В результате выполнения курсовой работы обучающийся должен освоить и владеть приемами конструирования основных элементов оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей; методами аналитического расчета оптимальных характеристик технологического оборудования; правилами эксплуатации объектов технологического оборудования автотранспортной организации.

Задание на курсовую работу должно предусматривать разработку или модернизацию существующего оборудования, его элементов.

Объектами проектирования и модернизации могут быть механизмы, машины, приспособления и устройства для выполнения подъемно-транспортных, уборочно-моющих, очистных, сварочных, окрасочных и др. работ, связанных с технологическими процессами технического обслуживания, диагностирования и ремонта автомобилей в условиях организаций автомобильного транспорта. Курсовая работа представляется к защите в виде законченного эскизного или части технического проекта, оформленная в соответствии с существующими требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Пояснительная записка курсовой работы может включать следующие разделы:

Титульный лист (пример оформления приведен в приложении В)

Задание на проектирование

Реферат (пример оформления приведен в приложении Б)

Содержание

Введение

Указываются, что будет сделано в курсовой работе: приведено описание конструкции, принципа действия и т. д., выполнены расчеты ... (указать какие)) и т. п.

1 Сравнительный анализ аналогичного оборудования

2 Назначение, описание конструкции и принципа действия оборудования, техническая характеристика прототипа

3 Проектирование и расчет привода

Содержание расчетов зависит от вида привода и прототипа.

4 Правила охраны труда при работе на данном оборудовании

Используются данные из документации прототипа, также приводятся необходимые формы документов: сведения о назначении инженерно-технических работников, ответственных за содержание оборудования в исправном состоянии; запись результатов технического освидетельствования; значения массы при статических и динамических испытаниях (для подъемников).

5 Порядок работы на данном оборудовании

Используются данные из документации прототипа.

6 Монтаж и подготовка данного оборудования к работе

Используются данные из документации прототипа, приводятся необходимые чертежи, схемы, рисунки.

7 Техническое обслуживание и ремонт данного оборудования

Используются данные из документации прототипа, включая возможные неисправности и методы их устранения.

Заключение

В заключении указываются рассмотренные в курсовой работе вопросы и полученные результаты.

Список использованных источников

Приводится список использованной литературных и интернет-источников, на которые в тексте пояснительной записки (ПЗ) должны быть ссылки. Источники располагаются в списке в порядке появления ссылок на них. Пример оформления списка – см. список использованных источников в данных методических указания.

Приложение

Приложение может включать спецификации к сборочным чертежам, перечни элементов к гидро-, пневмо-, электро- и кинематическим схемам (выполняются на формате А4).

Объем *графической части* курсовой работы составляет 2,5-3 листа формата А1 и может включать следующие чертежи:

1. *Сравнительные характеристики аналогичного оборудования (лист формат А2 или А1)*

2. *Чертеж общего вида оборудования с необходимыми видами и разрезами, технической характеристикой (1-2 листа формата А1)*

3. *Кинематические, гидравлические, пневматические, электрические схемы привода (лист формата А2)*

4. *Монтажный чертеж (лист формата А1 или А2)*

5. *Сборочный чертеж или чертеж общего вида одной из сборочных единиц оборудования (лист формат А1 или А2)*

Чертежи выполняются на основании выполненных расчетов, выбранных стандартных и нормализованных изделий (двигателей, муфт, редукторов, насосов и т. п.) с использованием стандартных масштабов.

При сдаче курсовой работы листы чертежей должны быть сложены (см. рисунок Г.7) и подшиты в конце пояснительной записки.

2 Оформление курсовой работы

Пояснительная записка (ПЗ) выполняется согласно ГОСТ 2.105 - 95 и стандарта СТ БГТУ 01-2008 «Стандарт университета. Оформление материалов курсовых, дипломных проектов и работ, отчетов по практике. Общие требования и правила оформления» [1], на листах формата А4 с одной стороны листа. Объем курсовой работы составляет 40-50 листов.

Пояснительная записка дипломного проекта должна быть выполнена с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ шрифтом *Arial Narrow* либо *GOST type B*, курсив, с высотой не менее 13 пт, одинарный интервал, абзацевый отступ 1,25 см, выравнивание по ширине, без интервалов до и после абзаца, черного цвета. В таблицах при необходимости высота шрифта может быть уменьшена до 11 пт.

При наборе формул в MS Word 2007...Word 2016 и в более поздних версиях редактора возможно использовать встроенный редактор формул и шрифт по умолчанию для областей формул *Cambria Math* с высотой не менее 13 пт.

Пояснительная записка включает:

- титульный лист (приложение В) – 1-й лист,
- задание на курсовое проектирование – 2-й лист,
- реферат (приложения Б) – 3-й лист, рамка 15 мм по форме 2а по ГОСТ 2.104 (см. рис. Г.2),
- содержание 4-й лист, рамка 40 мм по форме 2 ГОСТ 2.104 (см. рис. Г.1),
- на остальных листах ПЗ – рамка по форме 2а по ГОСТ 2.104 (см. рис. Г.2)
- введение,
- основная часть (ее содержание указано в п. 1),
- заключение,
- список использованных источников,
- приложение.

ПЗ имеет сквозную нумерацию страниц.

Титульный лист и задание включают в общую нумерацию листов ПЗ, но номера на них не проставляются. Слово «Содержание» записывают в виде заголовка посередине ПЗ. Этот лист выполняется с основной надписью по ГОСТ 2.104 форма 2, остальные листы – по форме 2а (приложение Г, рис. Г.1, Г.2).

Наименования содержания включают разделы и подразделы, их нумерация должна соответствовать текстовой. Номера листов в содержании записываются справа по одной вертикали. В нумерации указывается номер листа, с которого начинается раздел или подраздел.

Опечатки, описки и графические неточности допускается исправлять закрашиванием белой краской и наклеиванием на том же месте исправленного текста.

Расстояния между текстом и рамкой, абзацевые отступы приведены на рисунке Г.5 приложения Г.

Текст пояснительной записки состоит из разделов, подразделов, пунктов и подпунктов. **Каждый раздел ПЗ необходимо начинать с нового листа.**

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах ПЗ, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацевого отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, в конце номера пункта точка не ставится, например:

2 Назначение, описание конструкции и принципа действия подъемника, техническая характеристика прототипа

2.1 Назначение подъемника

В ПЗ должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Первая строка пояснения должна начинаться со слова "где" без двоеточия после него. Пример:

Плотность каждого образца ρ , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (2.1)$$

где m – масса образца, кг;

V – объем образца, м³.

$$\rho = \frac{78}{0,01} = 7800 \text{ кг / м}^3.$$

Формулы должны нумероваться в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например, (2.1). Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например «.. в формуле (2.1)».

На каждый рисунок и таблицу в тексте ПЗ должна быть ссылка, которая располагается в тексте до рисунка или таблицы.

Иллюстрации (рисунки, графики) следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах раздела. Номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например – Рисунок 1.2. При ссылках на иллюстрации следует писать "... в соответствии с рисунком 1.2".

Иллюстрации должны иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово "Рисунок" и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: *Рисунок 1.1 – Детали прибора*.

Таблицы нумеруют в пределах раздела с указанием номеров раздела и таблицы. Если в разделе одна таблица, то она обозначается, например, «Таблица 2.1 – Техническая характеристика подъемника», где 2 – номер раздела, 1 – первая таблица в разделе. На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово "таблица" с указанием ее номера: "... в соответствии с таблицей 2.1".

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа. Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части – над каждой ее частью.

При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы. Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера таблицы. При подготовке текстовых документов с использованием программных средств надпись «Продолжение таблицы» допускается не указывать. Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть под другой, при этом в каждой части таблицы повторяют ее заголовок. При делении таблицы на части допускается ее заголовок заменять соответственно номером граф. При этом нумеруют арабскими цифрами графы первой части таблицы.

В качестве примеров оформления таблиц, формул и рисунков можно использовать данные методические указания.

В списке использованных источников приводятся издания, которые были использованы при выполнении проекта. Описание их должно проводиться по ГОСТ 7.1. Список использованных источников составляется в порядке ссылок на них в тексте.

Пример обозначения интернет-источника приведен ниже:

1 Сайт ОАО "ГАРО" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garo.cc>. – Дата доступа: 22.09.2018.

Ссылку на источник приводят, указывая порядковый номер источника в списке, заключенный в квадратных скобках, и номер страницы, по форме «... используя рекомендации [10, с. 25]...». В качестве примера оформления списка использованных источников смотри список использованных источников в данных методических указаниях.

Примеры обозначения пояснительной записки и чертежей

МПТЭ.ТЭА21.00.00.00 ПЗ – обозначение пояснительной записки (**МПТЭ** или **СТОА** – название предмета, **ТЭА21** – номер группы (для студентов заочной формы обучения указывается номер группы, например **850**), **ПЗ** – пояснительная записка)

МПТЭ.ТЭА21.00.00.00 РР – обозначение листа со сравнительными характеристиками подъемников-аналогов, **РР** – результаты расчета.

МПТЭ.ТЭА21.00.00.00 ВО – чертеж общего вида разрабатываемого подъемника.

На чертеж общего вида оборудования составляется спецификация с указанием основных сборочных единиц, деталей, комплектов, комплексов. Обозначение спецификации приведенного выше чертежа общего вида: **МПТЭ.ТЭА21.00.00.00**.

Пример обозначения сборочных единиц и деталей в спецификации чертежа общего вида:

МПТЭ.ТЭА21.01.00.00 – обозначение сборочной единицы (позиции 1 на чертеже общего вида)

МПТЭ.ТЭА21.00.00.10 – обозначение детали (позиции 10 на чертеже общего вида)

МПТЭ.ТЭА21.01.00.00 СБ – сборочный чертеж сборочной единицы, 01 – позиция сборочной единицы на чертеже общего вида (в данном случае позиция 1).

На сборочный чертеж составляется спецификация. Пример обозначения сборочных единиц в спецификации сборочного чертежа:

МПТЭ.ТЭА21.00.00.00 К6 – кинематическая схема привода (6 – общая)

МПТЭ.ТЭА21.00.00.00 Г3 – схема гидравлическая привода (3 – принципиальная)

МПТЭ.ТЭА21.00.00.00 П3 – схема пневматическая привода (3 – принципиальная)

МПТЭ.ТЭА21.00.00.00 ПК6 – обозначение перечня элементов к общей кинематической схеме привода.

МПТЭ.ТЭА21.00.00.00 ПГ3 – обозначение перечня элементов к принципиальной гидравлической схеме привода.

2.1 Оформление конструкторской документации

При выполнении чертежей общего вида, сборочных чертежей технологического оборудования, чертежей деталей, кинематических, гидравлических, пневматических и других схем технологического оборудования, спецификаций к сборочным чертам и чертежам общего вида необходимо соблюдать требования Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), в частности требования таких стандартов, как ГОСТ 2.108 ЕСКД

Спецификация, ГОСТ 2.109 ЕСКД Основные требования к чертежам, ГОСТ 2.315 ЕСКД Изображения упрощенные и условные крепежных деталей и др.

При выполнении чертежей необходимо использовать масштабы изображений, установленные ГОСТ 2.302 ЕСКД (см. таблицу А.8).

Основная надпись на чертежах общего вида, сборочных чертежах, кинематических, гидравлических и др. схемах выполняется в соответствии с формой 1 и 2а по ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД Основные надписи.

2.2.1 Оформление спецификаций

На сборочные чертежи, чертежи общего вида составляется простая спецификация по ГОСТ 2.106 ЕСКД. Текстовые документы и ГОСТ 2.108 ЕСКД. Спецификация (см. рисунок Г.7), которая подшивается в приложение пояснительной записки. Основная надпись на спецификацию выполняется по форме 2 и 2а ГОСТ 2.104 (см. рисунки Г.1, Г.2).

В спецификацию вносят по разделам составные части изделия, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию. Наличие разделов в спецификации определяется составом изделия. Разделы располагаются в следующем порядке: документация; комплексы; сборочные единицы, детали; стандартные изделия; прочие изделия; материалы; комплекты.

В раздел «Документация» вносят документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия, кроме спецификации, а также документы основного комплекта записываемых в спецификацию неспецифицируемых составных частей (деталей), кроме их рабочих чертежей. Документы записывают в последовательности, указанной в ГОСТ 2.102, например: сборочный чертеж, чертеж общего вида, монтажный чертеж, схема, пояснительная записка и т. д.

В разделы «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали» вносят непосредственно входящие в специфицируемое изделие комплексы, сборочные единицы и детали. Запись указанных изделий производят в алфавитном порядке сочетания начальных знаков (букв) индексов организаций-разработчиков и далее в порядке возрастания цифр, входящих в обозначение.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, форму и размеры которых устанавливают ГОСТы, ОСТы и др. Запись в пределах каждой категории стандартов производят по однородным группам, в пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования — в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого стандарта — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия. Например, группу крепежных изделий записывают в последовательности: болты; винты; гайки; шайбы; шпильки и т. д. В пределах наименования болты записывают в порядке возрастания номеров их стандартов, а в пределах одного и того же номера стандарта — в порядке возрастания значений диаметров и длин болтов.

В раздел «Прочие изделия» вносят изделия, условия изготовления которых не оговорены основными конструкторскими документами (техническими условиями, каталогами, прейскурантами и т. п.), за исключением стандартных изделий. Запись изделий производят по однородным группам; в пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименований изделий, а в пределах каждого наименования — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие, записывая их в следующей последовательности: черные метал-

лы; цветные металлы; пластмассы; бумажные и текстильные материалы; резиновые и кожевенные материалы и т. д. Не записывают материалы, необходимое количество которых не может быть определено по размерам элементов изделия, например: припой, клей, электроды, лаки, краски, смазочные материалы, замазки. Указания о применении таких материалов дают на поле чертежа, в технических требованиях.

В раздел «Комплекты» вносят ведомость эксплуатационных документов и применяемые по конструкторским документам комплекты, которые непосредственно входят в специфицируемое изделие, и записывают их в следующей последовательности: ведомость эксплуатационных документов; комплекты: монтажных частей, сменных частей, запасных частей, инструмента и принадлежностей, укладок, тары и др. После каждого раздела оставляют несколько свободных строк для дополнительных записей.

В графе «Формат» указывают размер формата, на котором выполнен чертеж детали, или иной конструкторский документ. Графу не заполняют для разделов «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы». Для деталей, на которые не выполнены чертежи (т. е. без чертежа), в графе указывают: БЧ.

В графе «Зона» указывают обозначение зоны, в которой находится номер позиции записываемой составной части изделия, если чертеж разделен на зоны по ГОСТ 2.104.

В графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей изделия в последовательности записи их в спецификации. Для разделов «Документация» и «Комплекты» графу не заполняют.

В графе «Обозначение» указывают обозначение конструкторского документа в соответствии с ГОСТ 2.201. Не заполняют эту графу для разделов «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы».

В графе «Наименование» указывают:

– для документов только их наименование, например: Сборочный чертеж, Габаритный чертеж, Технические условия и т. п.;

– для сборочных единиц и деталей — их наименование в соответствии с основной надписью на чертежах этих изделий; для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают их наименование, материал, а также размеры, необходимые для их изготовления;

– для стандартных изделий и материалов — их наименования и условные обозначения в соответствии со стандартами или техническими условиями.

В графе «Кол.» указывают количество составных частей, входящих в одно изделие, а для материалов — количество материала на одно изделие с указанием единицы измерения.

В графе «Примечание» указывают дополнительные сведения, относящиеся к изделиям, документам, материалам, внесенным в спецификацию.

2.2.3 Оформление схем

Схемы в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, подразделяются по ГОСТ 2.701 на виды и типы, обозначаемые соответственно:

– электрические (Э), гидравлические (Г), пневматические (П), газовые (Х), кинематические (К), вакуумные (В), оптические (А), энергетические (Р), деления (Е), комбинированные (С);

– структурные – 1, функциональные – 2, принципиальные – 3, соединений (монтажные) – 4, подключения – 5, общие – 6, расположения – 7, объединенные – 0.

Код схемы состоит из букв (вид) и цифр (тип). Например: К6 – кинематическая общая; Г0 – гидравлическая структурная, принципиальная и соединений.

Графические обозначения на схемах выполняются линиями одной толщины с линиями связи (0,2 - 1 мм). Обозначения элементов выполняют в соответствии со стандартами на выполнение конкретных видов схем (гидравлические, кинематические и т. д.): буквенные, цифровые, буквенно-цифровые.

Перечень элементов помещают на листе схемы в виде таблицы или выполняют в виде самостоятельного документа. При этом в первом случае таблица приведенной ниже формы располагается над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм, а перечень элементов в виде самостоятельного документа на формате А4 выполняется с основной надписью по ГОСТ 2.104 (форма 2 и 2а) (см. рисунок Г.3, Г.4). Ему присваивается код П (перечень элементов к схеме) с общим обозначением, например, ПГЗ – перечень элементов к гидравлической принципиальной схеме. В основной надписи указывается наименование изделия и наименование документа «Перечень элементов».

Условные обозначения элементов на схемах выполняются в соответствии со следующими стандартами: обозначения условные графические в схемах и элементах кинематики выполняются по ГОСТ 2.770, условные обозначения элементов гидравлических и пневматических сетей – по ГОСТ 2.780, ГОСТ 2.781, ГОСТ 2.721, ГОСТ 2.782.

3 Содержание разделов пояснительной записки курсовой работы

3.1 Сравнительный анализ подъемников-аналогов

В разделе выполняется сравнение характеристик трех подъемников-аналогов, одним из которых является подъемник-прототип, указанный в задании на курсовое проектирование. Сравнимые подъемники должны быть:

- с разными видами привода (как электромеханические, так и электрогидравлические), при отсутствии для данного типа подъемников одного из видов привода анализ выполняется для подъемников с одинаковым типом привода (*нужно согласовать с руководителем курсового проекта*);

- такого же типа как подъемник-прототип (например: ножничные; двухстоечные; четырехстоечные платформенные; комплекты передвижных стоек; и т. п.), при отсутствии аналогичных подъемников того же типа принимаются подъемники другого типа (*нужно согласовать с руководителем курсового проекта*);

- такой же грузоподъемности как подъемник-прототип (в случае отсутствия аналогов с той же грузоподъемностью приводятся данные о подъемниках с ближайшей меньшей или большей грузоподъемностью).

Далее выполняется сравнительный анализ и выбор оптимальной модели подъемника в соответствии с главой 3 [2].

По данному разделу выполняется чертеж на формате А2 или А1 (в соответствии с заданием), основная надпись чертежа выполняется в соответствии с ГОСТ 2.104 ЕСКД (см. рисунок Г.5), название чертежа: **Сравнительные характеристики подъемников-аналогов**, обозначение чертежа: **МПТЭ.ТЭА21.00.00.00 РР** или **СТОА.АВС6.00.00.00 РР**. На листе приводится таблица со сравниваемыми техническими характеристиками подъемников-аналогов (см. табл. 1.1), их фотографии, лепестковая диаграмма технических уровней разных моделей однотипных подъемников (см. рис. 1.1), круговая диаграмма уровней значимости (см. рис. 1.2), гистограмма средневзвешенного показателя качества подъемников (см. рис. 1.3).

Структура первого раздела:

1 Сравнительный анализ подъемников-аналогов

1.1 Технические характеристики подъемников-аналогов

1.2 Выбор оптимальной модели подъемника по критерию – совокупность технических параметров оборудования.

1.3 Выбор оптимальной модели подъемника по критерию – средневзвешенный показатель качества оборудования.

Пример сравнительного анализа и выбор оптимальной модели подъемника рассмотрен ниже.

Пример

1 Сравнительный анализ подъемников-аналогов

1.1 Технические характеристики подъемников-аналогов

Для каждого подъемника приводится:

- модель;
- технические характеристики (обязательно должны быть указаны:
 - тип подъемника,
 - вид привода,
 - грузоподъемность,
 - высота подъема подхватываемых элементов над уровнем пола (минимальная и максимальная),
 - мощность используемых электродвигателей (если используется гидростанция, то мощность установленного в ней электродвигателя),
 - установленный срок службы, лет (если указан)
 - параметры гидропривода (если гидравлический подъемник));
 - др. технические характеристики;
 - цена;
 - фотография подъемника и чертеж общего вида (при наличии), которые оформляются как рисунки в ПЗ;
 - ссылка на интернет-источник данных о подъемнике.

В приложении к ПЗ должны быть приложены распечатанные web-страницы с данными о подъемниках или листы паспорта, руководства по эксплуатации подъемников, с техническими характеристиками.

В этом пункте приводится таблица «Сравниваемые характеристики подъемников ... (указывается тип подъемников)» (см. далее).

Пример оформления

Проводим сравнительный анализ четырехстоечных платформенных подъемников для стенда развал-схождение. Подъемник-прототип, указанный в задании на курсовое проектирование, – подъемник Launch TLT-440W. В качестве подъемников-аналогов принимаем подъемники TROMMELBERG TST-440B и ПЛ-4 с подъемником навесным передвижным ПНП-3.

Далее приводятся их технические характеристики и фотографии (см. требования ранее) (в примере не приводится).

Выбираем общие наиболее важные характеристики подъемников-аналогов и сводим их в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Сравнимые характеристики четырехстоечных платформенных подъемников для стендов развал-схождение

Параметр	Значение	Значение	Значение
Модель	Launch TLT-440W	TROMMELBERG TST-440B	ПЛ-4 с ПНП-3
Тип привода	электрогидравлический	электрогидравлический	электромеханический
Приспособленность для стенда развал-схождение	Да (поворотные круги, «плавающие» площадки)	Да (поворотные круги, «плавающие» площадки)	Нет
Наличие траверсы	есть	есть	Нет, может комплектоваться подъемником ПНП-3
Грузоподъемность траверсы, т	2	2,5	3
Привод траверсы	Пневмогидравлический	Пневмогидравлический	Ручной гидравлический
Необходимость подачи сжатого воздуха (наличие компрессора)	да	да	нет
Грузоподъемность, т	4	4,1	4
Высота подъема, мм	1900	1920	1600
Время подъема, с	60	45	130
Время опускания, с	40	45	130
Мощность электродвигателей, кВт	2,2	2,2	3
Количество электродвигателей, шт.	1	1	2
Ширина подъемника, мм	3445	3200	3300
Длина подъемника с трапами, мм	5233	5084	6000
Назначенный срок службы, лет	Нет данных	Нет данных	8
Цена, рос. руб.	319900	323330	258600+53153 ¹ =311753
Примечание 1 – цена подъемника ПНП-3			

Далее выполняем выбор оптимальной модели подъемника-аналога по критериям: 1) совокупность технических параметров оборудования, 2) средневзвешенный показатель качества оборудования.

1.2 Выбор оптимальной модели подъемника по критерию – совокупность технических параметров оборудования

Этот критерий используется, когда все параметры оборудования одинаково влияют на его выбор.

Рассчитываем относительные безразмерные единичные показатели качества или технического уровня технологического оборудования.

При расчетах относительных безразмерных единичных показателей качества учитывается следующее.

Когда с увеличением единичного показателя качество изделия в целом повышается, за базовый показатель принимается наибольшее его значение. Формула для определения безразмерного показателя в этом случае имеет вид

$$q_i = \frac{P_j}{P_{MAX}}$$

Если же улучшение качества изделия связано с уменьшением какого-либо его единичного показателя, то в качестве базового показателя принимается его наименьшее значение. Тогда расчетная формула примет вид

$$q_i = \frac{P_{MIN}}{P_j}$$

Исходя из данных допущений, составляем таблицу сравниваемых относительных безразмерных единичных показателей качества подъемников (см. табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Сравниваемые относительные безразмерные единичные показатели качества четырехстоечных платформенных подъемников для стенов развал-схождение

Параметр	Значение	Значение	Значение
Модель	Launch TLT-440W	TROMMELBERG TST-440B	ПЛ-4 с ПНП-3
1 Приспособленность для стенда развал-схождение	1	1	0
2 Грузоподъемность траверсы	2/3=0,67	2,5/3=0,83	3/3=1
3 Грузоподъемность подъемника	4/4,1=0,98	4,1/4,1=1	4/4,1=0,98
4 Высота подъема	1900/1920=0,99	1920/1920=1	1600/1920=0,83
5 Время подъема	45/60=0,75	45/45=1	45/130=0,35
6 Мощность электродвигателей	2,2/2,2=1	2,2/2,2=1	2,2/3=0,73
7 Цена	311753/319900=0,98	311753/323330=0,96	311753/311753=1
Сумма относительных показателей	6.37	6.86	4

По данным таблицы 1.2 строим диаграмму относительных показателей качества подъемников (см. рис. 1.1).

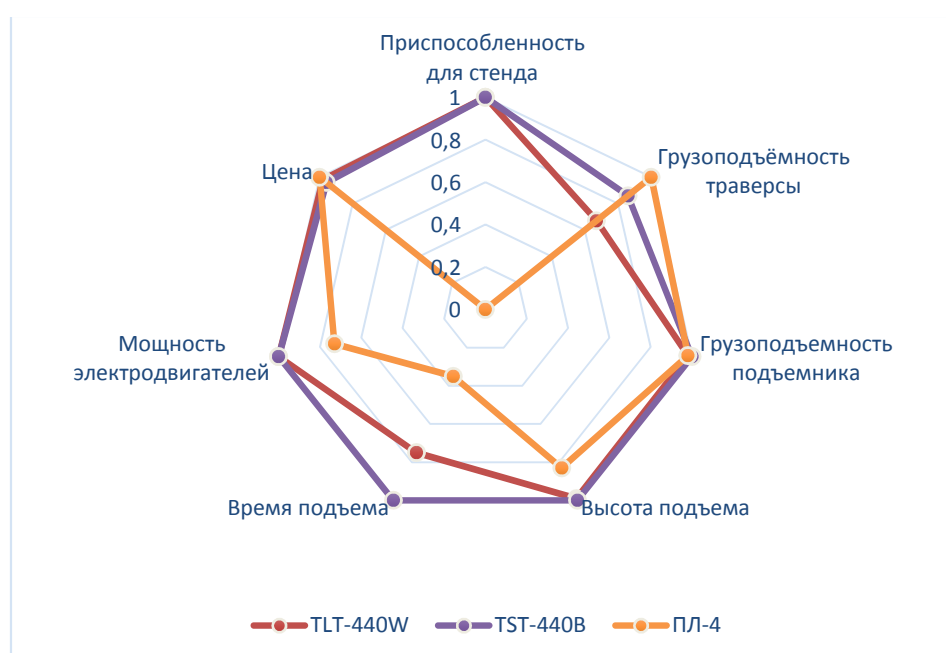


Рисунок 1.1 – Лепестковая диаграмма относительных показателей качества подъемников

Считается, что технический уровень оборудования выше у той модели, у которой площадь, занимаемая диаграммой, больше (либо сумма относительных показателей качества будет наибольшей (см. табл. 1.2 и рис. 1.1)). В данном случае – это подъемник модели TROMMELBERG TST-440B.

1.3 Выбор оптимальной модели подъемника по критерию – средневзвешенный показатель качества оборудования.

Этот критерий целесообразно использовать в тех случаях, когда единичные технические параметры оборудования по-разному влияют на технический уровень, т. е. каждый показатель имеет свой вес (уровень значимости) a_i . Для этого выбор оборудования ведут по значению средневзвешенного показателя K

$$K = \sum_{i=1}^n q_i \cdot a_i$$

Для определения степени значимости каждого показателя (его веса) a_i пользуются экспертным методом, когда один эксперт или группа экспертов устанавливают значения весов для единичных показателей. Обычно при определении коэффициентов весомости сумму всех коэффициентов весомости принимают равной единице

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1$$

Используем средневзвешенный показатель качества оборудования для сравнения двух моделей подъемников Launch TLT-440W и TROMMELBERG TST-440B, т. к. подъемник ПЛ-4 значительно отстает по сумме показателей. **В курсовой работе расчет выполнять для трех подъемников.** Оставим наиболее значимые характеристики подъемников и установим для них уровень значимости. Результаты расчетов представлены в таблице 1.3 и на рисунке 1.2, 1.3. Наибольшее значение средневзвешенного показателя качества имеет четырехстоечный платформенный подъемник для поста развал-схождение Launch TLT-440W, поэтому он может быть рекомендован для приобретения.

Таблица 1.3 – Расчет средневзвешенного показателя качества четырехстоечных платформенных подъемников для стендов развал-схождение

Показатель	Уровень значимости a_i	Launch TLT-440W		TROMMELBERG TST-440B	
		q_i	$q_i \cdot a_i$	q_i	$q_i \cdot a_i$
1 Грузоподъемность подъемника	0,2	4/4,1=0,98	0,98*0,2=0,196	4,1/4,1=1	1*0,2=0,2
2 Мощность электродвигателей	0,1	2,2/2,2=1	1*0,1=0,1	2,2/2,2=1	1*0,1=0,1
4 Цена	0,7	319900/319900=1	1*0,7=0,7	319900/323330= =0,99	0,99*0,7= =0,693
Средневзвешенный показатель качества K			0,996		0,993



Рисунок 1.2 – Диаграмма распределения уровней значимости показателей качества

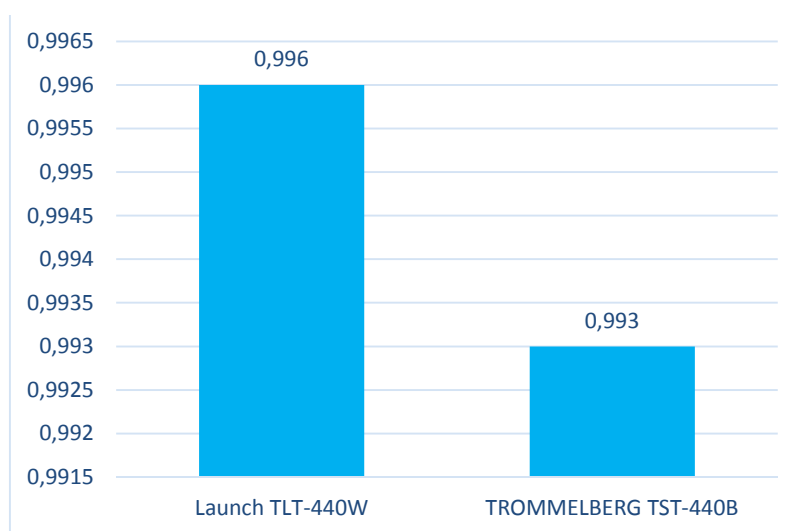


Рисунок 1.3 – Гистограмма средневзвешенного показателя качества четырехстоечных платформенных подъемников для стендов развал-схождение

3.2 Проектирование привода подъемника

Второй раздел курсовой работы в случае проектирования гидропривода электрогидравлического подъемника должен включать следующие пункты.

2 Проектирование гидропривода электрогидравлического подъемника

2.1 Исходные данные на проектирование

Исходные данные на проектирование гидропривода подъемника приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные

Наименование параметра	Значение
Тип подъемника	
Максимальная грузоподъемность $m_{АВТ}$, кг	
Высота подъема максимальная $H_{МАХ}$, мм	
Высота платформ в исходном положении $H_{МИН}$, мм	
Количество гидроцилиндров $Z_{Ц}$	
Время подъема t , с (или Скорость подъема v , м/с)	
Рабочее давление в гидросистеме , МПа	
Масса подъемника $m_{ПОДЪЕМНИКА}$, кг	Если не задана в исходных данных, то принимается по данным подъемника-прототипа

Расчет привода подъемника проводим с использованием методик, изложенных в [3-5].

2.2 Определение требуемого усилия на штоке гидроцилиндра

Требуемое усилие на штоке гидроцилиндра зависит от конструкции проектируемого подъемника. Необходимо составить расчетную схему подъемника.

Для четырехстоечного платформенного электрогидравлического подъемника с одним гидроцилиндром (например, подъемник мод. TLT440W) требуемое тянущее усилие Q_2 , Н, на штоке гидроцилиндра определяется

$$Q_2 = G_A \cdot K,$$

где K – коэффициент перегрузки ($K = 1,1 \dots 1,2$), G_A – вес поднимаемого груза, Н, который включает вес поднимаемого автомобиля и вес платформ

$$G_A = (m_{\text{АВТ}} + m_{\text{ПЛАТФ}}) \cdot g,$$

где $m_{\text{АВТ}}$ – масса поднимаемого автомобиля, кг; $m_{\text{ПЛАТФ}}$ – масса поднимаемых платформ и поперечных балок подъемника (можно принять при проектных расчетах ориентировочно $m_{\text{ПЛАТФ}} = m_{\text{ПОДЪЕМНИКА}}/3$, где $m_{\text{ПОДЪЕМНИКА}}$ – масса подъемника, кг); $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

Расчетная схема четырехстоечного подъемника представлена на рис. 2.1.

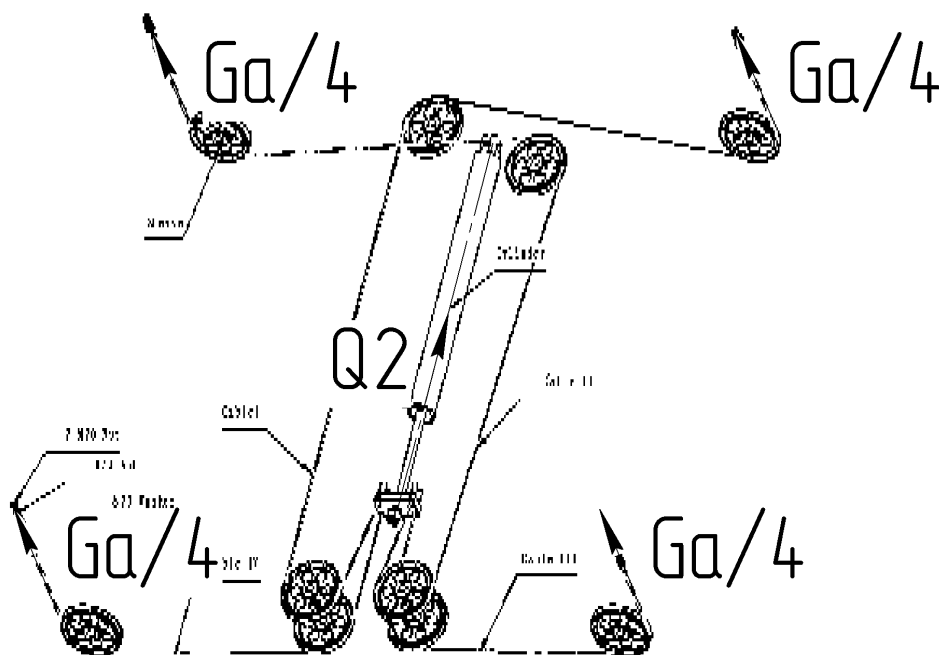


Рисунок 2.1 – Расчетная схема четырехстоечного платформенного электрогидравлического подъемника (Q_2 – тянущее усилие гидроцилиндра).

Расчетная схема ножничного подъемника представлена на рис. 2.2. При составлении расчетной схемы считаем, что общая длина рычага ножничного подъемника равна $2L$ (данное условие выполняется не для всех ножничных подъемников, что нужно учитывать при выполнении расчетов). Для определения величины толкающего усилия гидроцилиндра Q_1 необходимо определить углы α и β в нижнем (исходном) положении подъемника. Размеры подъемника L , a , b определяются по чертежу прототипа при выполнении курсовой работы.

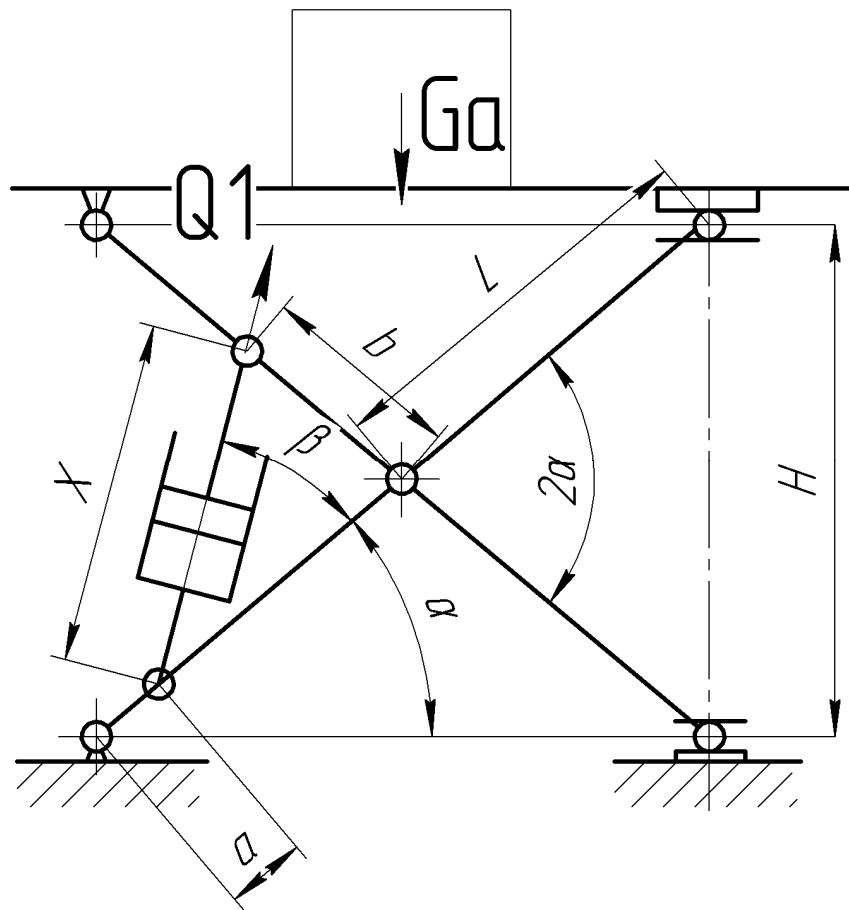


Рисунок 2.2 – Расчетная схема ножничного подъемника

Величину угла α определяем из соотношения:

$$\sin \alpha = \frac{H}{2L},$$

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{H}{2L}\right).$$

Далее находим величину X по теореме косинусов:

$$X^2 = b^2 + (L - a)^2 - 2b(L - a) \cos 2\alpha,$$

$$X = \sqrt{b^2 + (L - a)^2 - 2b(L - a) \cos 2\alpha}.$$

Для определения угла β используем теорему синусов

$$\frac{X}{\sin 2\alpha} = \frac{b}{\sin \beta}.$$

В результате получаем выражение для определения угла β

$$\beta = \arcsin\left(\frac{b \cdot \sin 2\alpha}{X}\right).$$

Требуемое усилие на штоке гидроцилиндра определяется путем составления уравнения равновесия проекций сил на ось Y , направленную вертикально вверх:

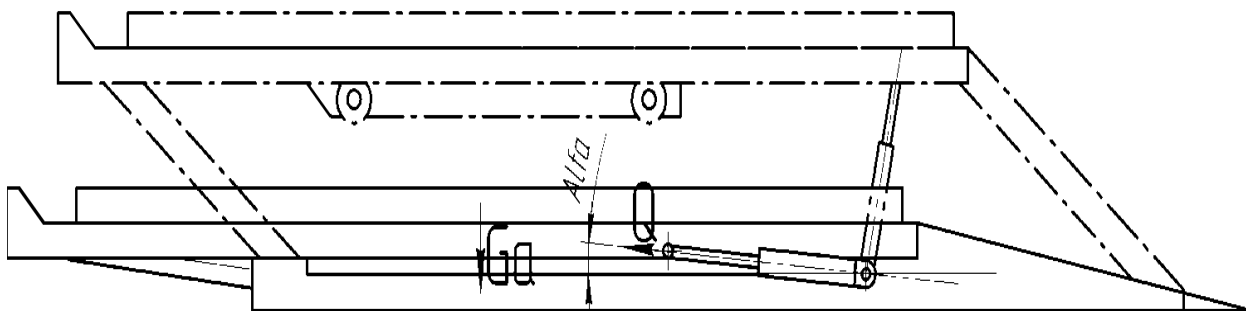
$$Z_{\text{Ц}} \cdot Q_1 \cdot \sin(\alpha + \beta) - G_A = 0 .$$

С учетом КПД рычажного механизма и неравномерности распределения нагрузки между платформами получаем требуемое толкающее усилие на штоке гидроцилиндра ножничного подъемника:

$$Q_1 = \frac{G_A \cdot K_P}{Z_{\text{Ц}} \cdot \eta_{\text{П}} \cdot \sin(\alpha + \beta)} ,$$

где K_P – коэффициент неравномерности распределения веса по платформам ($K_P = 1,1 \dots 1,3$); $Z_{\text{Ц}}$ – число цилиндров; $\eta_{\text{П}} = 0,85$ – КПД рычажного механизма; $(\alpha + \beta)$ – угол наклона оси гидроцилиндра к горизонтальной плоскости в нижнем положении, при этом $H = H_{\text{MIN}}$.

Для параллелограммного подъемника (например, подъемник мод. 12.Г272М) для определения требуемого усилия на штоке гидроцилиндра расчетная схема имеет вид (рисунок 2.3). Наибольшее усилие на штоке гидроцилиндра возникает в нижнем положении верхней рамы.



G_A – вес автомобиля и платформ, Q – усилие гидроцилиндра

Рисунок 2.3 – Расчетная схема для определения размеров гидроцилиндра для параллелограммного подъемника

По чертежу подъемника с учетом масштаба определяют угол α в нижнем положении верхней рамы. С учетом КПД привода, а также количества гидроцилиндров определяем требуемое толкающее усилие на штоке гидроцилиндра параллелограммного подъемника:

$$Q_1 = \frac{G_A \cdot K_P}{Z_{\text{Ц}} \cdot \eta_{\text{П}} \cdot \sin \alpha} .$$

Для плунжерных подъемников (например, мод. П-126) требуемое усилие на штоке гидроцилиндра определяется:

$$Q_1 = \frac{G_A \cdot K_P}{Z_{\text{П}}} ,$$

где G_A – вес поднимаемого груза, Н, который включает вес поднимаемого автомобиля и вес кареток или платформ; $K_P = 1,1 \dots 1,3$ – коэффициент неравномерности распределения нагрузки по плунжерам; $Z_{\text{П}}$ – число плунжеров (или гидроцилиндров).

Для двухстоечного электрогидравлического подъемника (например, мод. ПГА-4200-Е) нагрузка на стойку определяется:

$$F = \frac{G_A \cdot K_P}{Z_{\Pi}},$$

где G_A – вес поднимаемого груза, Н, который включает вес поднимаемого автомобиля и вес кареток и подхватов; $K_P = 1,1 \dots 1,3$ – коэффициент неравномерности распределения нагрузки по стойкам; Z_{Π} – число стоек.

$$G_A = (m_{\text{АВТ}} + m_{\text{КАРЕТКИ}}) \cdot g,$$

где $m_{\text{АВТ}}$ – масса поднимаемого автомобиля, кг; $m_{\text{КАРЕТКИ}}$ – масса поднимаемых кареток и поперечных подхватов подъемника (можно принять при проектных расчетах ориентировочно $m_{\text{КАРЕТКИ}} = m_{\text{ПОДЪМНИКА}}/3$, где $m_{\text{ПОДЪМНИКА}}$ – масса подъемника, кг); $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

Каретки перемещаются в стойках подъемника по направляющим скольжения, которые могут быть выполнены из капролона (полиамид 6 блочный) марки ПА 6 – МГ (модифицированный графитом) по ТУ 2224-036-00203803-2012, который характеризуется повышенными антифрикционными и антистатическими свойствами. Для него коэффициент трения по стали составляет $f = 0,20 \dots 0,25$.

Определим силу R_k , Н, прижатия опорных поверхностей каретки к направляющим стойки, исходя из следующей схемы (см. рис. 2.4):

$$R_k = \frac{F \cdot L}{H_1 + H_2},$$

где F – нагрузка на стойку подъемника, Н; L – длина плеча подхвата (определяется с чертежа подъемника-прототипа), м; H_1, H_2 – геометрические параметры каретки, м.

При проектном расчете можно принять, что

$$H_1 + H_2 = \frac{1}{3} \cdot H_{\text{СТОЙКИ}}$$

где $H_{\text{СТОЙКИ}}$ – высота стойки подъемника-прототипа, м.

Каретки при движении по направляющим создают дополнительную нагрузку, вызванную силой трения скольжения, которая определяется

$$F_{\text{ТР_СК}} = f \cdot R_k.$$

С учетом этого требуемое толкающее усилие Q_1 , Н, на штоке гидроцилиндра определяется:

$$Q_1 = F + F_{\text{ТР_СК}}.$$

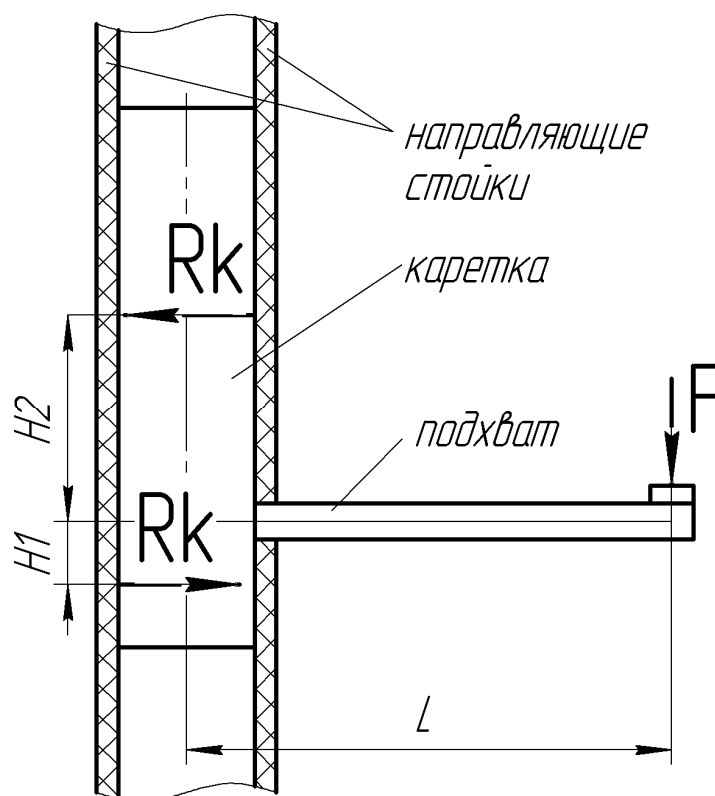


Рисунок 2.4 – Расчетная схема стойки подъемника для определения силы прижатия R_k

2.3 Составляем гидравлическую схему подъемника и выполняем ее описание

Гидравлическая схема принимается по аналогии с подъемником-прототипом. При ее отсутствии – с аналогичным по конструкции подъемником.

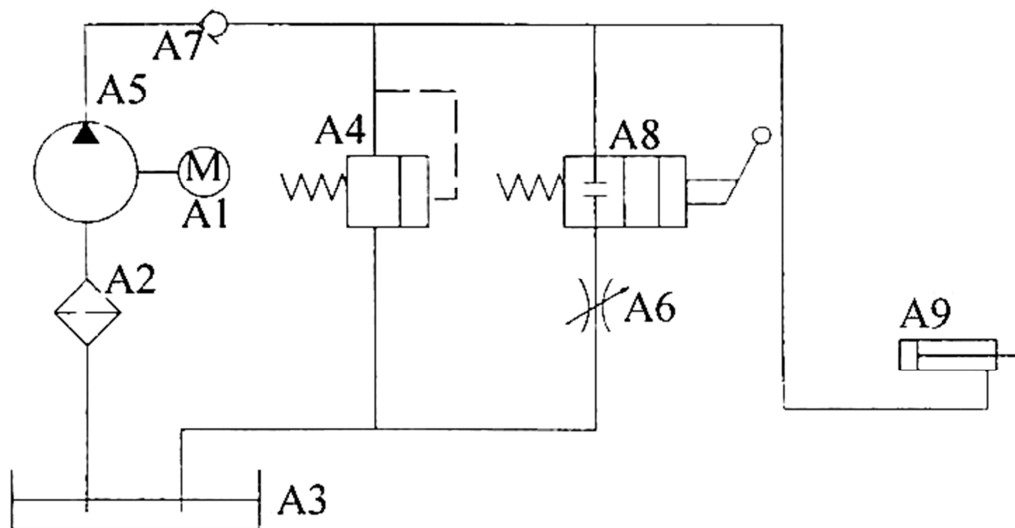
Гидравлическая схема четырехстоечного платформенного электрогидравлического подъемника приведена на рис. 2.5, а для ножничного и двухстоечного подъемника – на рис. 2.6.

Описание работы гидросхемы, приведенной на рис. 2.6

Подача масла в гидроцилиндр осуществляется с помощью минигидростанции НС (см. рис. 2.6). Источником высокого давления является насос Н. Максимальное давление в системе ограничивает предохранительный клапан КП. При включении двигателя М рабочая жидкость подается от насоса через обратный клапан КО в штоковую полость гидроцилиндра – происходит задвигание штока. После выключения электродвигателя М шток цилиндра оказывается запертым клапаном обратным КО и гидрораспределителем ГР. При нажатии на рычаг гидрораспределителя ГР масло из полости цилиндра через регулятор потока (дроссель) РП попадает в бак через сливную магистраль. Под действием нагрузки шток гидроцилиндра выдвигается, скорость опускания регулируется регулятором потока (дросселем) РП (дроссель компенсирован по давлению и температуре, поэтому скорость опускания не зависит от нагрузки и вязкости масла).

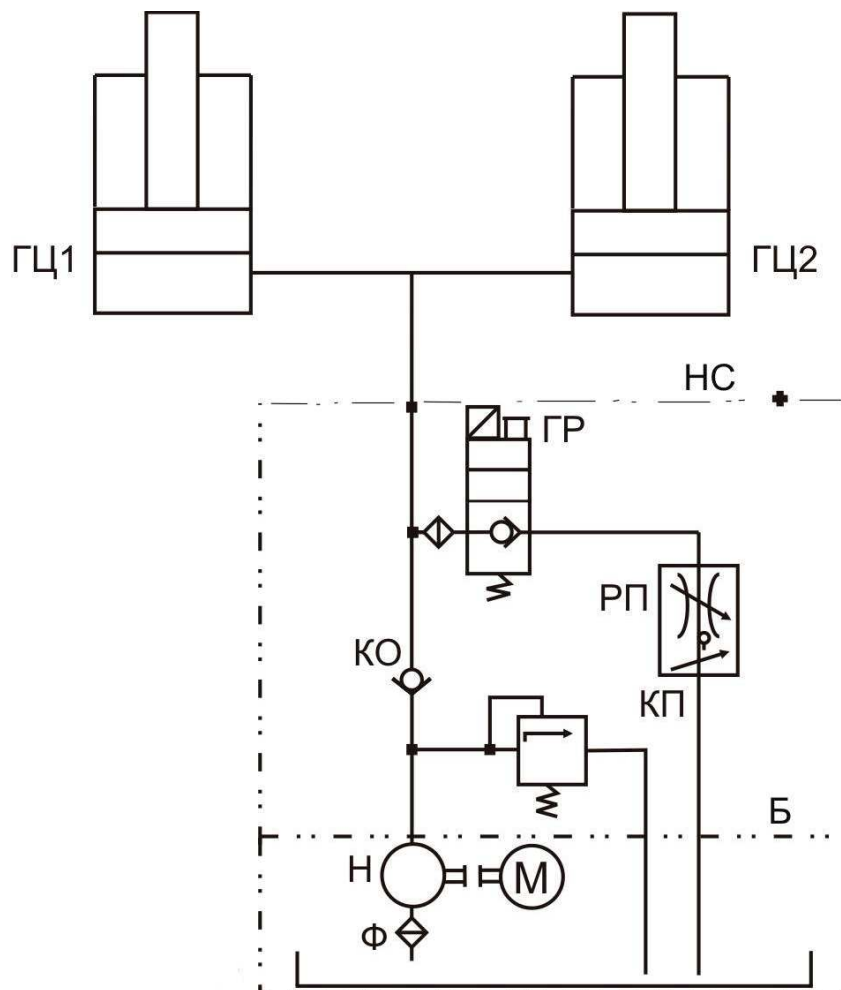
В качестве рабочей жидкости используются масла гидравлические И-40А ГОСТ 20799-88 и другие масла класса вязкости 68 ISO 3448, а так же масла класс вязкости по SAE J300 – 20W. В других подъемниках могут использоваться гидравлические масла классов вязкости 32 (при низких внешних температурах) и 46 (при высоких внешних температурах) по ISO 3448.

Вид и марку рабочей жидкости необходимо принимать по аналогии с подъемником-прототипом.



A9 Гидравлический цилиндр, A8 Клапан ручной, A7 Односторонний клапан, A6 Дроссельный клапан, A5 Насос, A4 Перепускной клапан, A3 Бак для масла, A2 Фильтр масляный, A1 Электродвигатель

Рисунок 2.5 – Гидравлическая схема гидропривода четырехстоечного подъемника (прототип мод. TLТ440)



Б – гидробак; КО – клапан обратный; КП – клапан предохранительный; ГР – гидрораспределитель; РП – регулятор потока; М – электродвигатель; Н – гидронасос; Ф – фильтр; НС – насосная станция (минигидростанция); ГЦ1, ГЦ2 – гидроцилиндры

Рисунок 2.6 – Схема гидравлическая принципиальная подъемника ножничного

2.4 Определение размеров гидроцилиндра

1 Определяем диаметр гидроцилиндра.

Пример гидроцилиндра приведен на рис. 2.7 [4].

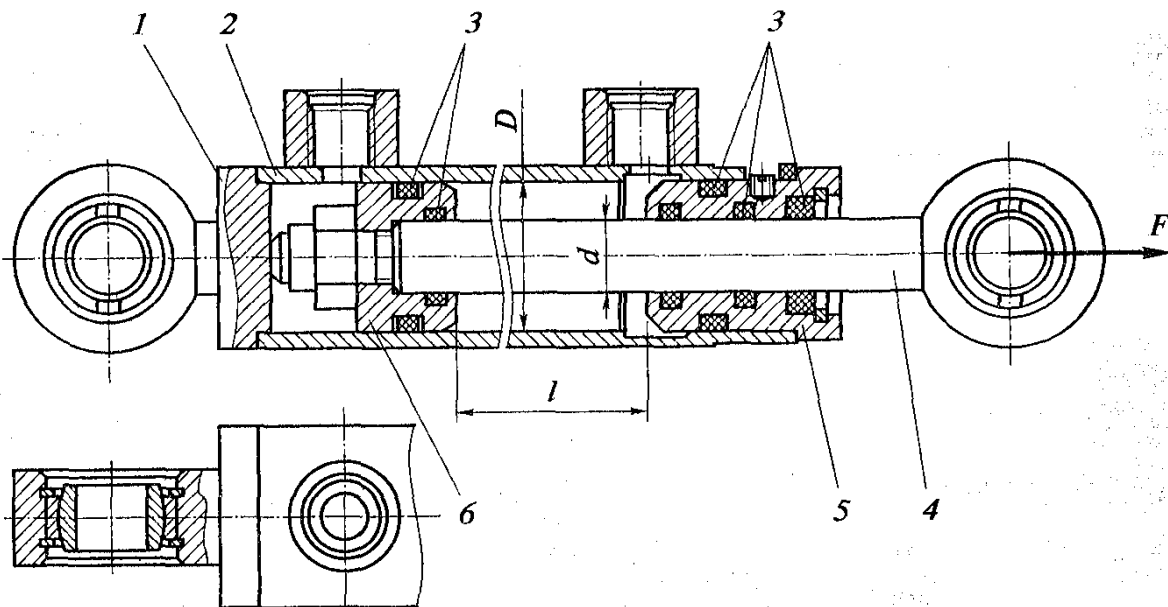
Если рабочий ход осуществляется за счет толкающего усилия гидроцилиндра, то требуемый диаметр гидроцилиндра $D_{ТР}$ определяется

$$D_{ТР} = \sqrt{\frac{4Q_1}{\pi \cdot p \cdot \eta}},$$

где $D_{ТР}$ – диаметр цилиндра, мм; p – давление жидкости в гидросистеме, МПа; η – механический КПД гидроцилиндра ($\eta = 0,85 \dots 0,97$; для большего диаметра гидроцилиндра КПД выше); Q_1 – толкающее усилие гидроцилиндра, Н.

По таблице А.1 принимаем ближайший больший стандартный диаметр гидроцилиндра D .

Далее определяем диаметр штока $d_{ТР}$ исходя из следующих рекомендаций (см. табл. 2.1).



1 – задняя крышка, 2 – гильза (корпус), 3 – уплотнение, 4 – шток, 5 – передняя крышка, 6 – поршень, F – сила на штоке, l – ход поршня
Рисунок 2.7 – Схема гидроцилиндра мод. Ц40х200-3 двухстороннего действия с односторонним штоком:

Таблица 2.1 – Рекомендуемые соотношения диаметров штока d и гидроцилиндра D в зависимости от давления масла p в гидросистеме [4]

Давление масла в магистрали p , МПа	Менее 1,5 МПа	От 1,5 до 5 МПа	От 5 до 10 МПа и выше
Отношение диаметра штока к диаметру цилиндра $\beta = d/D$	0,3...0,35	0,5	0,7

$$d_{ТР} = \beta \cdot D, \text{ мм}$$

Далее по таблице А.1 принимаем ближайший больший стандартный диаметр штока гидроцилиндра d .

Если рабочий ход осуществляется за счет тянущего усилия гидроцилиндра Q_2 (например, подъемник мод. TLT440W), то требуемый диаметр гидроцилиндра D_{TP} определяется из следующих формул:

$$Q_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4},$$

$$d = \beta \cdot D.$$

После преобразований получаем

$$D_{TP} = \sqrt{\frac{4Q_2}{\pi \cdot (1 - \beta^2) \cdot p \cdot \eta}}.$$

Далее по таблице А.1 принимаем ближайший больший стандартный диаметр гидроцилиндра D , определяем диаметр штока d , как было описано выше.

2 Определяем толщину доньшка гидроцилиндра.

Для плоского доньшка

$$b_{TP} = 0.405 \cdot D \cdot \sqrt{p/[\sigma_p]}, \text{ мм},$$

где $[\sigma_p] = 100 \dots 120$ МПа – допускаемое напряжение на растяжение для углеродистой стали (например, сталь 45 по ГОСТ 1050-2013) или $[\sigma_p] = 150 \dots 180$ МПа – допускаемое напряжение на растяжение для легированной стали (например, сталь 40Х по ГОСТ 4543-2016).

Окончательно за толщину доньшка b принимаем ближайшее большее значение по ряду нормальных линейных размеров по табл. А.2.

3 Определяем толщину стенки гидроцилиндра, мм

$$s_{TP} \geq \frac{p \cdot D}{2 \cdot [\sigma_p]}.$$

Окончательно за толщину стенки гидроцилиндра s принимаем ближайшее большее значение по ряду нормальных линейных размеров по табл. А.2.

4 Выполняем расчет гидроцилиндра на прочность.

Для этого находим напряжение растяжения на внутренней поверхности стенки цилиндра σ_p , МПа, по формуле

$$\sigma_p = \frac{1.3 \cdot D_{НАР}^2 + 0.4D^2}{(D_{НАР}^2 - D^2) \cdot 10^2} \cdot p \leq [\sigma_p],$$

где $D_{НАР}$ – наружный диаметр гидроцилиндра, $D_{НАР} = D + 2 \cdot s$, мм; D – внутренний диаметр гидроцилиндра, мм; p – давление жидкости, МПа. При невыполнении условия необходимо увеличить толщину стенки гидроцилиндра и повторить расчет.

2.5 Определение фактических усилий, развиваемых гидроцилиндром во время рабочего хода

Если рабочий ход осуществляется за счет толкающего усилия гидроцилиндра Q_1 , Н, то фактическое усилие, развиваемое гидроцилиндром, равно

$$Q_1 = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4} \geq Q_{TP1}.$$

Если рабочий ход осуществляется за счет тянущего усилия гидроцилиндра Q_2 , Н, то фактическое усилие, развиваемое гидроцилиндром, равно

$$Q_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4} \geq Q_{TP2}.$$

Диаметры D , d подставляются в мм, а давление p – в МПа.

Фактическое усилие Q , развиваемое гидроцилиндром, должно быть не меньше требуемого Q_{TP} . При невыполнении условия необходимо увеличить диаметр гидроцилиндра.

2.6 Определение величины рабочего хода поршня гидроцилиндра

Величина рабочего хода поршня L гидроцилиндра зависит от конструкции подъемника.

Для четырехстоечного платформенного электрогидравлического подъемника с одним гидроцилиндром (например, подъемник мод. TLT440W) величина рабочего хода поршня $L_{ПОРШ}$ гидроцилиндра равна величине подъема платформ

$$L_{ПОРШ} = H_{МАХ} - H_{МИН}, \text{ мм},$$

где $H_{МИН}$ – высота платформ в исходном положении, мм; $H_{МАХ}$ – высота платформ в поднятом положении, мм.

Также определяется величина рабочего хода поршня $L_{ПОРШ}$ гидроцилиндра для двухстоечных подъемников или подъемников-комплектов передвижных стоек

$$L_{ПОРШ} = H_{МАХ} - H_{МИН}, \text{ мм},$$

где $H_{МИН}$ – высота подхвата в исходном положении, мм; $H_{МАХ}$ – высота подхвата в поднятом положении, мм.

Для ножничного подъемника рабочий ход поршня $L_{ПОРШ}$ гидроцилиндра равен

$$L_{ПОРШ} = X_{МАХ} - X_{МИН}, \text{ мм},$$

где $X_{МАХ}$ – длина гидроцилиндра с выдвинутым штоком, мм, при поднятой платформе; $X_{МИН}$ – длина гидроцилиндра со втянутым штоком, мм, при опущенной платформе (см. рис. 2.2).

Величины $X_{МИН}$ и $X_{МАХ}$ определяются по следующим выражениям:

$$\alpha_{МИН} = \arcsin\left(\frac{H_{МИН}}{2L}\right).$$

$$X_{МИН} = \sqrt{b^2 + (L - a)^2 - 2b(L - a) \cos 2\alpha_{МИН}}.$$

$$\alpha_{МАХ} = \arcsin\left(\frac{H_{МАХ}}{2L}\right).$$

$$X_{МАХ} = \sqrt{b^2 + (L - a)^2 - 2b(L - a) \cos 2\alpha_{МАХ}}.$$

Схема и формулы для определения величины рабочего хода поршня $L_{\text{ПОРШ}}$ гидроцилиндра для параллелограммного подъемника приведены ниже (см. рис. 2.8).

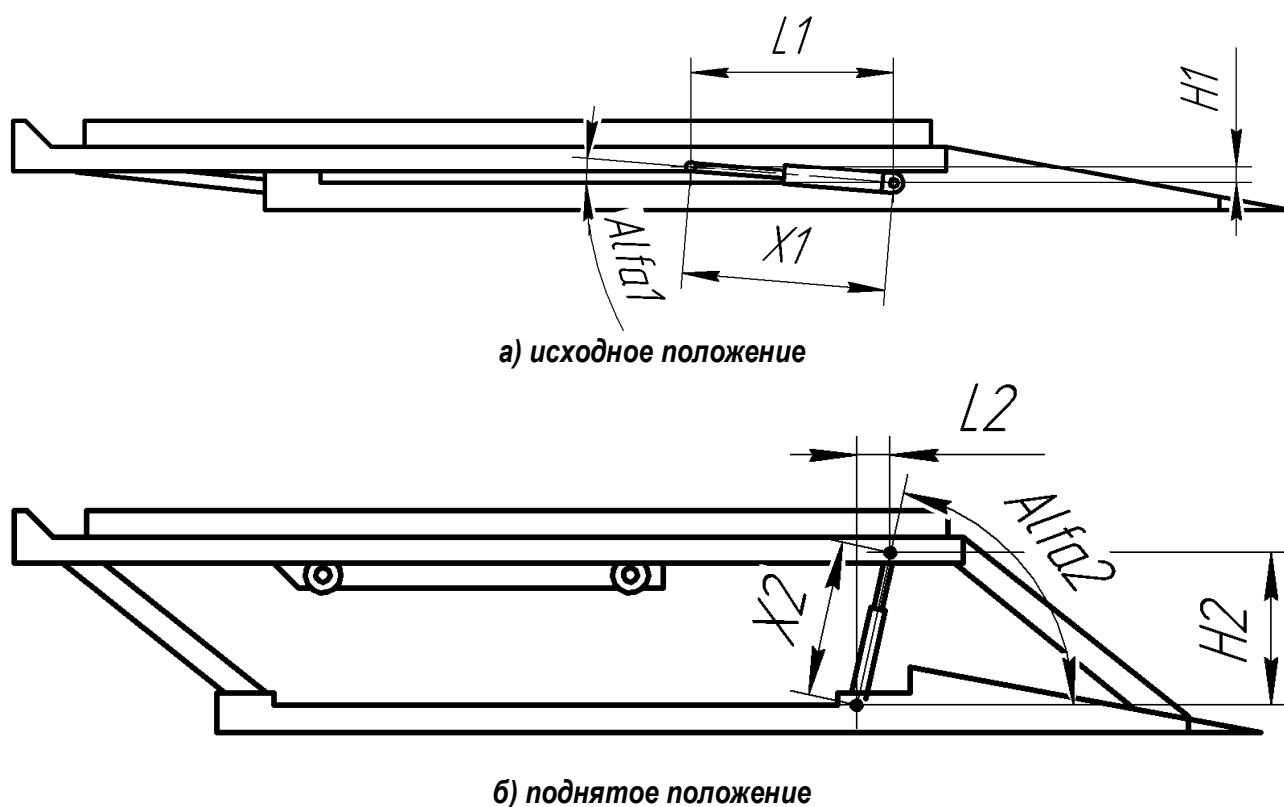


Рисунок 2.8 – Схема для расчета хода гидроцилиндра для параллелограммного подъемника (прототип мод. 12Г272М)

При определении величины рабочего хода $L_{\text{ПОРШ}}$ гидроцилиндра параллелограммного подъемника размеры H_1 , H_2 , L_1 , L_2 определяются по чертежу подъемника-прототипа, при этом величина H_2 (максимальная высота подъема платформы) задается в исходных данных на проектирование и должна обеспечиваться.

Величины X_1 и X_2 определяются:

$$X_1 = \sqrt{H_1^2 + L_1^2},$$

$$X_2 = \sqrt{H_2^2 + L_2^2}.$$

Величина рабочего хода $L_{\text{ПОРШ}}$ гидроцилиндра определяется

$$L_{\text{ПОРШ}} = X_2 - X_1.$$

2.7 Определение требуемых характеристик минигидростанции (насоса): мощности, подачи, выбор минигидростанции (насоса). Выбор минигидростанции (насоса).

Если в исходных данных указано время подъема платформ t , с, то скорость перемещения поршня при рабочем ходе v , м/с

$$v = \frac{L_{\text{ПОРШ}}}{1000 \cdot t}$$

Если в исходных данных указана скорость перемещения поршня при рабочем ходе v , м/с, то время рабочего хода t , с, определяется из выражения

$$t = \frac{L_{\text{ПОРШ}}}{1000 \cdot v}$$

В формулах ход поршня $L_{\text{ПОРШ}}$ – в мм; скорость рабочего хода v – в м/с, время t – в с. Мощность $N_{\text{ТР}}$, кВт, подводимая к гидроцилиндру, определяется

$$N_{\text{ТР}} = \frac{Q \cdot v}{1000 \eta_{\text{ГЦ}}}$$

где Q – фактическая сила на штоке гидроцилиндра во время рабочего хода (Q_1 для толкающего усилия для ножничного, двухстоечного или параллелограммного подъемника, Q_2 для тянущего усилия для четырехстоечного платформенного подъемника), Н; v – скорость перемещения поршня при рабочем ходе, м/с; $\eta_{\text{ГЦ}}$ – общий КПД гидроцилиндра (см. табл. 2.2)

Таблица 2.2 – Значения КПД гидравлических устройств [4]

Тип гидравлического устройства	Общий КПД
Шестеренные насосы	0,54...0,80
Гидроцилиндры	0,92 ...0,94

Суммарную мощность N_{Σ} , кВт, подводимую к гидродвигателям, определяют как сумму мощностей наибольшего количества одновременно работающих гидродвигателей.

Если одновременно работает n гидроцилиндров, то

$$N_{\Sigma} = n \cdot N_{\text{ТР}}$$

При расчете мощности насоса $N_{\text{Н}}$, кВт, необходимо учесть возможные потери давления и расхода в гидравлической системе

$$N_{\text{Н}} = N_{\Sigma} \cdot K_{\text{ЗУ}} \cdot K_{\text{ЗС}}$$

где $K_{\text{ЗУ}} = 1,1 \dots 1,2$ – коэффициент запаса по усилию, $K_{\text{ЗС}} = 1,1 \dots 1,3$ – коэффициент запаса по скорости.

Требуемая производительность насоса (подача насоса) $V_{\text{Н}}$, л/мин, определяется

$$V_{\text{Н}} = \frac{60 \cdot N_{\text{Н}}}{p_{\text{Н}}}$$

где $N_{\text{Н}}$ – мощность насоса, кВт; $p_{\text{Н}}$ – давление, создаваемое насосом (указано в исходных данных), МПа.

Далее по известному значению $p_{\text{Н}}$ и $V_{\text{Н}}$ выбирают минигидростанцию или насос. После выбора насоса приводят его технические характеристики: обозначение, развиваемые подача, давление, КПД, частота вращения вала насоса, мощность, другие данные, а также указывается источник данных о насосе или минигидростанции.

2.8 Определение фактической скорости и времени подъема платформ

Определяем площадь поршня F_1 и площадь штоковой полости F_2 (в см^2):

$$F_1 = 0,01 \cdot 0,785 \cdot D^2, \text{см}^2,$$

$$F_2 = 0,01 \cdot 0,785 \cdot (D^2 - d^2), \text{см}^2.$$

Диаметры D, d подставляются в мм.

Расход жидкости (подача насоса) V , л/мин, за рабочий ход равен:

$$V = 6 \cdot F_i \cdot v,$$

где v – скорость движения поршня при рабочем ходе, м/с. В формулу подставляют площадь поршня F_1 , если рабочий ход при толкающем усилии, или площадь штоковой полости F_2 , если рабочий ход при тянущем усилии, см^2 . Из данной формулы получаем, что фактическая скорость движения поршня за рабочий ход $v_{\text{ФАКТ}}$, м/с, будет равна

$$v_{\text{ФАКТ}} = \frac{V_{\text{Н}}}{6 \cdot n \cdot F_i'}$$

где $V_{\text{Н}}$ – подача насоса, л/мин; F_i' – площадь поршня F_1 или штоковой полости F_2 , см^2 ; n – количество одновременно работающих гидроцилиндров.

Фактическое время рабочего хода $t_{\text{ФАКТ}}$, с, определяется из выражения

$$t_{\text{ФАКТ}} = \frac{L_{\text{ПОРШ}}}{1000 \cdot v_{\text{ФАКТ}}}$$

2.9 Определение внутреннего диаметра трубопровода для гидропривода.

Внутренний диаметр трубопровода $d_{\text{ТР}}$, мм, определяем по формуле

$$d_{\text{ТР}} = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{V}{\omega}},$$

где V – количество масла, протекающего по трубопроводу, л/мин; ω – скорость движения масла в трубопроводе, м/с, принимается по таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Зависимость скорости движения масла в трубопроводе от давления [4]

Рабочее давление p , МПа	От 2 до 6,3	От 6,3 до 10	От 10 до 20
Скорость движения масла в трубопроводе ω , м/с	4	5	6
Для всасывающих трубопроводов $\omega = 1 \text{ м/с}$.			

Далее по таблице А.3 принимаем ближайший больший условный проход, а затем по таблице А.4 выбираем требуемый резиновый рукав высокого давления с металлическими оплетками исходя из условного прохода и статического давления, выбранные данные записываем в виде таблицы 2.4.

Таблица 2.4 – Размеры выбранного резинового рукава высокого давления с металлическими оплетками

Условный проход, мм	Диаметр рукава, мм		Тип, количество оплеток	Давление, МПа	
	внутренний	наружный		в статике	в динамике

2.10 Расчет наиболее нагруженного элемента конструкции

Наиболее нагруженными элементами конструкции подъемника, как правило, являются: резьба на штоке гидроцилиндра (см. рис. 2.7, 2.9), резьба на гильзе гидроцилиндра (в случае наличия, может выполняться внутри или снаружи гильзы) (см. рис. 2.10) (расчет выполняется для всех подъемников, но с учетом типа гидроцилиндра (телескопический, плунжерный, обычный)), а также оси, которые соединяют шток гидроцилиндра и гильзу гидроцилиндра с рычагом (для ножничных подъемников), шток гидроцилиндра и раму (для параллелограммного подъемника), шток гидроцилиндра и крепление троса или каретку (для двухстоечного подъемника) (см. рис. 2.11).

1 Выбираем материал для штока и гильзы гидроцилиндра, а также оси по таблице А.5, выписываем его маркировку, ГОСТ, вид термообработки и допускаемые напряжения.

2 Определяем требуемый внутренний диаметр резьбы на штоке гидроцилиндра

Внутренний диаметр резьбы на штоке гидроцилиндра равен

$$d_1 = \sqrt{\frac{4\alpha Q_i}{\pi[\sigma_P]}}$$

где d_1 – внутренний диаметр резьбы, мм; α – коэффициент затяжки резьбы ($\alpha \approx 2.25$); Q_i – осевое усилие, действующее резьбу во время рабочего хода, Н; $[\sigma_P]$ – допускаемые напряжения материала штока гидроцилиндра на растяжение, МПа.

Затем определяем требуемый номинальный (наружный) диаметр метрической резьбы $d_{НОМ}$ из выражения

$$d_{НОМ} = d_1 + 1,082P,$$

где P – шаг резьбы (необходимо использовать резьбу с мелким шагом).

При выборе шага резьбы, а затем и номинального диаметра нужно использовать таблицы А.6 (диаметры и шаги метрической резьбы) и А.7 (применяемости присоединительных резьб для диаметров штоков). Длина нарезаемой части резьбы равна $1,5 d_{НОМ}$ (см. рис. 2.9).

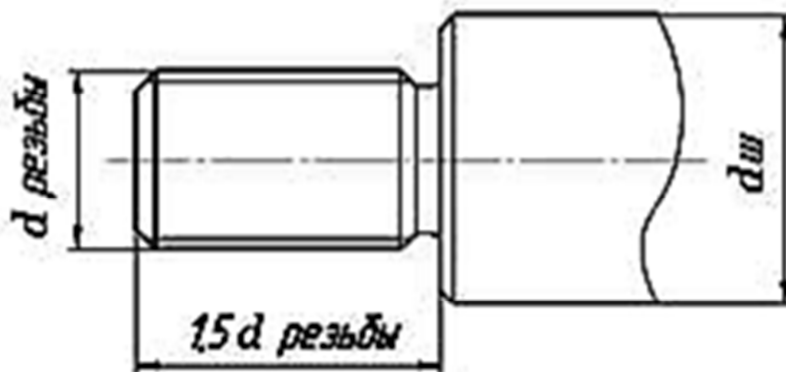


Рисунок 2.9 – Длина нарезаемой резьбы ($d_{ш}$ – диаметр штока)

По ГОСТ 8724-2002 Межгосударственный стандарт. «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги» (см. табл. А.6) принимаем номинальный диаметр резьбы d , записываем ее обозначение, шаг, например: М36х2 (номинальный диаметр $d_{НОМ} = 36$ мм, шаг мелкий, $P=2$ мм, длина резьбы 54 мм).

3 Определяем требуемый внутренний диаметр резьбы на гильзе гидроцилиндра (растёт выполняется в случае, если крепление крышек к гильзе гидроцилиндра осуществляется с помощью резьбы).

Диаметр резьбы на гильзе гидроцилиндра выполняется аналогично описанному выше, при этом нужно учитывать наружный $D_{НАР}$ и внутренний D диаметры гидроцилиндра, которые были определены ранее, рекомендации таблиц А.6 и А.7 (см. рис. 2.10).

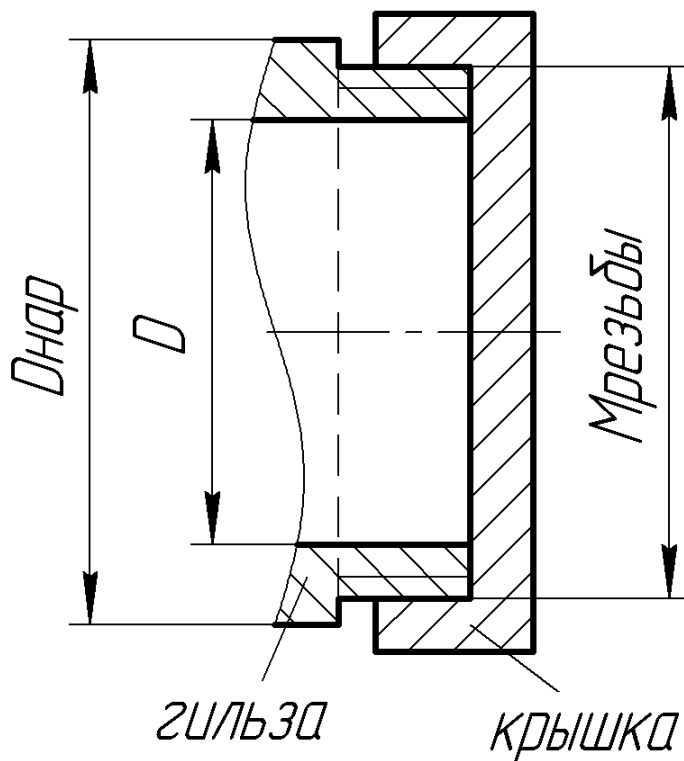


Рисунок 2.10 – Расположение наружного $D_{НАР}$ и внутреннего D диаметров гидроцилиндра и наружного диаметра резьбы $M_{резьбы}$

4 Определяем диаметр осей, из условия обеспечения прочности при работе на срез и смятие. Расчет выполняется для ножничного, параллелограммного и двухстоечного электрогидравлического подъемника.

Составляем расчетную схему (см. рисунок 2.11).

Выполняем проектный расчет. Условие прочности для стержня, установленного без зазора, по напряжениям среза τ , МПа, имеет вид

$$\tau = \frac{4F}{\pi \cdot d_{ОСИ}^2 \cdot i} \leq [\tau_{СР}],$$

где $F = Q_i$ – внешняя нагрузка, действующая на ось во время рабочего хода, Н; $d_{ОСИ}$ – диаметр стержня (оси), мм; $i=2$ – число плоскостей среза; $[\tau_{СР}]$ – допускаемое напряжение среза, МПа.

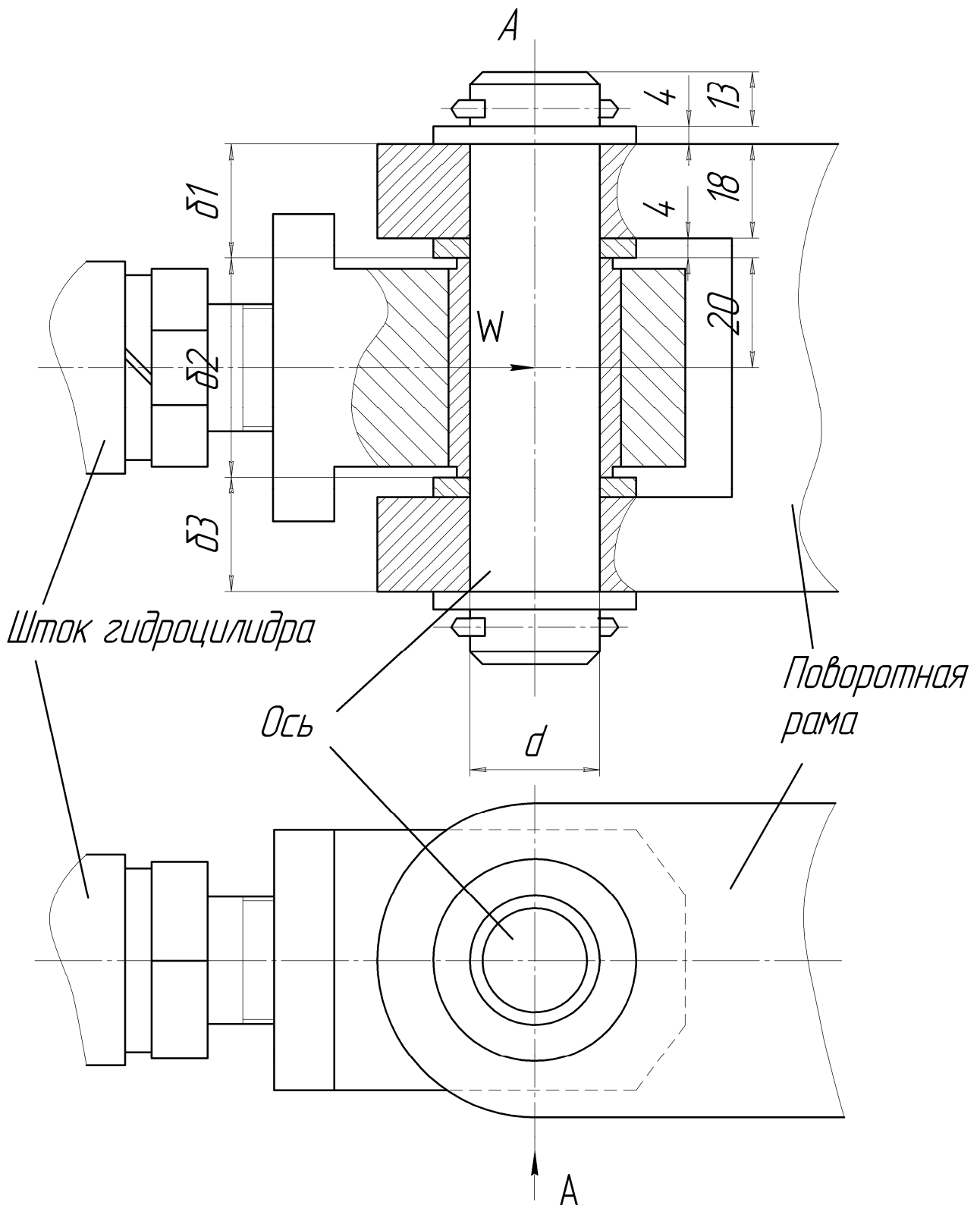


Рисунок 2.11 – Расчетная схема для расчета оси на срез и смятие

Выразив из данного выражения d , мм, определим требуемый диаметр оси из условия прочности на срез

$$d_{\text{оси}} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot [\tau_{\text{ср}}] \cdot i}}$$

Далее принимаем больший диаметр оси из ряда нормальных линейных размеров (см. таблицу А.2). Диаметр оси можно также принять конструктивно больше расчетного.

Определим напряжения смятия $\sigma_{\text{СМ}}$, МПа, для выбранного диаметра оси и сравниваем его с допустимым:

– для средней детали

$$\sigma_{\text{СМ}} = \frac{F}{d \cdot \delta_2} \leq [\sigma_{\text{СМ}}],$$

– для крайних деталей

$$\sigma_{\text{СМ}} = \frac{F}{2 \cdot d \cdot \delta_1} \leq [\sigma_{\text{СМ}}],$$

где δ_1, δ_2 – длина контактирующей поверхности (см. рисунок 2.11) ($\delta_1 = \delta_3$), мм; $[\sigma_{\text{СМ}}]$ – допускаемое напряжение смятия, МПа.

Можно принять $\delta_2 = (1,5 \dots 2)d_{\text{ОСИ}}$, $\delta_1 = d_{\text{ОСИ}}$.

Делается вывод о прочности оси. Если условие не выполняется, то необходимо увеличить размеры оси или использовать более прочный материал.

2.11 Расчет фундаментных болтов

Расчет выполняется, если стойки подъемника крепятся с помощью фундаментных болтов к полу или раме в полу (выполняется для двух- или четырехстоечных стационарных подъемников).

Для определения сил, действующих на фундаментные болты, используем расчетную схему, изображенную на рис. 2.12. Записываем уравнение равновесия моментов относительно точки О:

$$n_1 \cdot F_1 \cdot l_1 + n_2 \cdot F_2 \cdot l_2 = F_3 \cdot l_3,$$

где n_1, n_2 – количество болтов, расположенных на расстоянии l_1 и l_2 , в практической работе $n_1 = n_2 = 2$; F_1 и F_2 – внешняя осевая отрывающая сила, действующая на болты, расположенных на расстоянии l_1 и l_2 ; F_3 – сила, действующая на стойку подъемника, со стороны поднимаемого автомобиля

$$F_3 = G_A / n_{\text{СТОЕК}},$$

$n_{\text{СТОЕК}}$ – количество стоек подъемника.

Принимая допущение, что сила, нагружающая соединение в районе каждого болта, пропорциональна расстоянию этого болта от точки О – по аналогии с распределением напряжения при изгибе стержня, можно записать

$$\frac{n_1 \cdot F_1}{l_1} = \frac{n_2 \cdot F_2}{l_2}.$$

и

$$F_1 = \frac{n_2 l_1}{n_1 l_2} F_2.$$

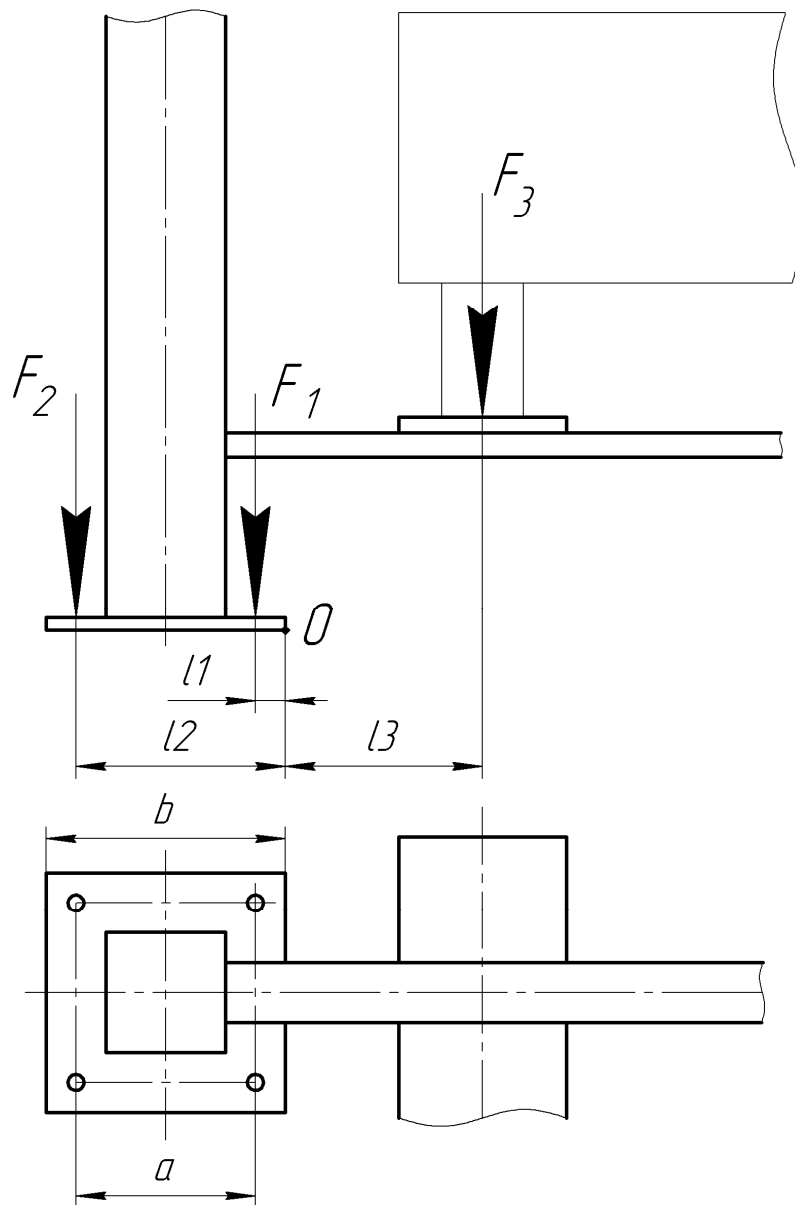


Рисунок 2.12 – Расчетная схема для расчета фундаментных болтов

Поставляя полученное выражение в уравнение равновесия, получаем формулу для расчета F_2

$$F_2 = \frac{G_A \cdot l_3 \cdot l_2}{n_{\text{СТОЕК}} \cdot n_2 \cdot (l_1^2 + l_2^2)}$$

Размеры определяются

$$l_1 = (b - a)/2,$$

$$l_2 = a + l_1.$$

Выбираем материал для болтов по таблице А.5, выписываем его маркировку, ГОСТ, вид термообработки и допускаемые напряжения при растяжении.

Определяем внутренний диаметр резьбы d_1 , мм, болта для следующих условий нагружения: болт предварительно затянут при сборке силой затяжки $F_{\text{ЗАТ}}$ и нагружен внешней отрывающей силой, перпендикулярной плоскости стыка [5, 6]

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4F_{\text{РАСЧ}}}{\pi[\sigma_P]}}$$

$$F_{\text{РАСЧ}} = 1,3K_{\text{ЗАТ}}(1 - \chi)F_2 + \chi F_2,$$

где $K_{\text{ЗАТ}}$ – коэффициент запаса затяжки, $K_{\text{ЗАТ}} = 1,25 \dots 2$; χ – коэффициент внешней нагрузки, $\chi = 0,2 \dots 0,3$, $[\sigma_P]$ – допускаемые напряжения материала болта при растяжении, МПа; сила подставляется в Н.

Затем определяем требуемый номинальный (наружный) диаметр метрической резьбы $d_{\text{НОМ}}$, мм, из выражения:

$$d_{\text{НОМ}} = d_1 + 1,082P,$$

где P – шаг резьбы (см. табл. А.6).

Далее по ГОСТ 8724-2002 Межгосударственный стандарт. «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги» (см. табл. А.6) принимаем ближайший номинальный диаметр резьбы d , записываем ее обозначение, шаг (см. ранее).

Если получаемый номинальный диаметр резьбы окажется больше М24, то необходимо увеличить количество болтов n_2 , расположенных на расстоянии l_2 .

Список использованных источников

- 1 Стандарт университета: оформление материалов курсовых и дипломных проектов (работ), отчетов по практике. Общие требования и правила оформления: СТ БГТУ 01-2008 / сост. Т.Н. Базенков, А.А. Кондратчик, И.И. Обухова. – Брест : БГТУ, 2008. – 46 с.
- 2 Типаж и техническая эксплуатация оборудования предприятий автосервиса: учебное пособие / В. А. Першин [и др.]. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 413 с.
- 3 Оборудование технического обслуживания автотранспортных средств: учеб. пособие / В. С. Ивашко [и др.]. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2016. – 368 с.
- 4 Бондаренко, Б. В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 304 с.
- 5 Антонюк, В. Е. Конструктору станочных приспособлений: справ. пособие. – Минск: Беларусь, 1991. – 400 с.
- 6 Санюкевич, Ф. М. Детали машин. Методическое пособие к практическим занятиям и курсовому проектированию по курсу «Детали машин» для студентов механических специальностей. – Брест: Издательство БрГТУ, 2008. – 120 с.

Приложение А (справочное)

Таблица А.1 – Основные параметры гидроцилиндров по ГОСТ 6540

Номинальные давления $p_{ном}$ (МПа): 2,5; 6,3; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63;
Диаметры поршня D (мм): 10; 12; 16; 20; 25; 32; (36); 40; (45); 50; (56); 63; (70); 80; (90); 100; (110); 125; (140); 160; (180); 200; (220); 250; (280); 320; (360); 400; (450); 500; (560); 630; (710); 800; (900);
Диаметры штока d (мм): 4; 5; 6; 8; 10; 12; (14); 16; (18); 20; (22); 25; (28); 32; (36); 40; (45); 50; (56); 63; (70); 80; (90); 100; (110); 125; (140); 160; (180); 200; (220); 250; (280); 320; (360); 400; (450); 500; (560); 630; (710); 800; (900);
Ход поршня (плунжера) s (мм): 4; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25-32; 40; 50; (56); 63; (70); 80; (90); 100; (110); 125; (140); 160; (180); 200; (220); 250; (280); 320; (360); 400; (450); 500; (560); 630; (710); 800; (900); 1000; (1120); 1250; (1400); 1600; (1800); 2000; (2240); 2500; (2800); (3000); 3150; (3350); (3550); (3750); 4000; (4250); (4500); (4750); 5000; (5300); (5600); (6000); 6300; (6700); (7100); (7500); 8000; (8500); (9000); (9500).
Примечание: в скобках приведены значения дополнительного ряда

Таблица А.2 – Нормальные линейные размеры (ГОСТ 6636), мм [6]

Ряд <i>Ra40</i>									
...	5;	5,3;	5,6;	6;	6,3;	6,7;	7,1;	7,5;	8;
8,5;	9;	9,5;	10;	10,5;	11;	11,5;	12;	13;	14;
15;	16;	17;	18;	19;	20;	21;	22;	24;	25;
26;	28;	30;	32;	34;	36;	38;	40;	42;	45;
48;	50;	53;	56;	60;	62;	67;	71;	75;	80;
85;	90;	95;	100;	105;	110;	120;	125;	130;	140;
150;	160;	170;	180;	190;	200;	210;	220;	240;	250;
260;	280;	300;	320;	340;	360;	380;	400;	420;	450;
480;	500;	530;	560;	600;	630;	670;	710;	750;	800;
850;	900;	950;	...						

Таблица А.3 – Условные проходы гидравлических и пневматических систем (по ГОСТ 16516)

Под условным проходом устройства следует понимать номинальный внутренний диаметр присоединяемого к нему трубопровода, округленного до ближайшей величины из ряда: 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250.

Таблица А.4 – Рукава резиновые высокого давления с металлическими оплетками

Диаметр рукава, мм		Тип, количество оплеток	Давление, МПа	
внутренний	наружный		в статике	в динамике
4	14,5	I, одна	20	12
6	16,5		19	11,5
6	19		28	17
8	21	II, две	25	15
10	23		21,5	13
12	25		21	12,5
16	29		16,5	10
20	34		15	9
25	46	III, три	12,5	7
35	53		10	6

Таблица А.5 – Допускаемые напряжения материалов, применяемых для изготовления резьбовых изделий

Марка стали	Термообработка	Допускаемые напряжения при статической нагрузке при		
		растяжении $[\sigma_p]$, МПа	срезе $[\tau_{ср}]$, МПа	смятии $[\sigma_{см}]$, МПа
45	Нормализация	196	123	294
45	Улучшение	235	142	353
45	Закалка	294	181	441
40Х	Улучшение	170...190	-	-
40Х	Закалка	280... 300	-	-

Примечания
 1 Сталь 45 по ГОСТ 1050-2013Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия
 2 Сталь 40Х по ГОСТ 4543-2016Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия

Таблица А.6 – Ряды номинальных диаметров и шаги метрической резьбы (ГОСТ 8724)

Номинальный диаметр d	Шаг P	
	крупный	мелкий
	1-й ряд	
2,0	0,40	0,25
2,5	0,45	0,35
3,0	0,50	0,35
4,0	0,70	0,50
5	0,8	0,50
6	1	0,75; 0,5
8	1,25	1; 0,75; 0,5
10	1,5	1,25; 1; 0,75; 0,5
12	1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
16	2	1,5; 1; 0,75; 0,5
20	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
24	3	2; 1,5; 1; 0,75
30	3,5	(3); 2; 1,5; 1; 0,75
36	4	3; 2; 1,5; 1
42	4,5	(4); 3; 2; 1,5; 1
48	5	(4); 3; 2; 1,5; 1
56	5,5	4; 3; 2; 1,5; 1
64	6	4; 3; 2; 1,5; 1
72; 80	—	6; 4; 3; 2; 1,5; 1
90; 100; 110; 125; 140	—	6; 4; 3; 2; 1,5; 1
160; 180; 200	—	6; 4; 3; 2
220; 250; 280	—	6; 4; 3
320; 360; 400	—	6; 4
450; 500; 550; 600	—	6

Таблица А.7 – Таблица применяемости присоединительных резьб для диаметров штоков d (X – предпочтительное сочетание диаметра штока и резьбы)

d, мм	M16x1,5	M18x1,5	M20x1,5	M22x1,5	M24x1,5	M27x1,5	M30x2	M33x2	M36x2	M42x2	M48x2
25	X										
28		X									
30			X								
32				X							
36					X						
40						X					
45							X				
50								X			
56								X	X		
63									X	X	
70										X	X
80											X

d, мм	M56x2	M64x3	M72x3	M80x3	M90x3	M100x3	M110x3	M125x3	M140x3	M160x4	M180x4
80	X										
90		X	X								
100			X	X							
110				X	X						
125					X	X					
140						X	X				
160							X	X			
180								X	X		
200									X	X	
220										X	X

Таблица А.8 – Масштабы изображений, установленных ГОСТ 2.302-68 ЕСКД [21]

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Приложение Б (справочное)

Пример оформления реферата РЕФЕРАТ

Проектирование элетромеханического подъемника (прототип мод. ПП-24): Пояснительная записка к курсовой работе по дисциплине «Механизация процессов технической эксплуатации»: 1-37 01 06 / Иванов И. П. гр. ТЭА19 –Брест: 2018. – 40 с.: 8 ил., 5 табл., 5 источников.

ПОДЪЕМНО-ОСМОТРОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПОДЪЕМНИК-КОМПЛЕКТ ПЕРЕДВИЖНЫХ СТОЕК, ПРИВОД ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ.

Содержит сравнительный анализ подъемников-аналогов, назначение, описание конструкции и принципа действия проектируемого подъемника, его технические характеристики, проектирование и расчет привода, правила охраны труда при работе на подъемнике, порядок работы на нем, монтаж и подготовка подъемника к работе, техническое обслуживание и текущий ремонт подъемника.

Студент подтверждает, что приведенный в курсовой работе расчетно-аналитический материал правильно и объективно отражает состояние разрабатываемого объекта, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения сопровождаются ссылками на их авторов.

Приложение В
(справочное)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«Брестский государственный технический университет»

Кафедра «Машиностроение и эксплуатация автомобилей»

Допущен к защите

«__» _____

Пояснительная записка

к курсовой работе

по дисциплине «Механизация производственных процессов
технической эксплуатации»

на тему: «**Проектирование электромеханического подъемника
(прототип мод. ПП-24)**»

Выполнил студент группы ТЭА-25
специальность 1-37 01 06
Техническая эксплуатация
автомобилей

_____/ И. П. Иванов

«__» _____ 2018 г.

Проверил:

_____/ С. В. Монтик

«__» _____ 2018 г.

Брест 2018

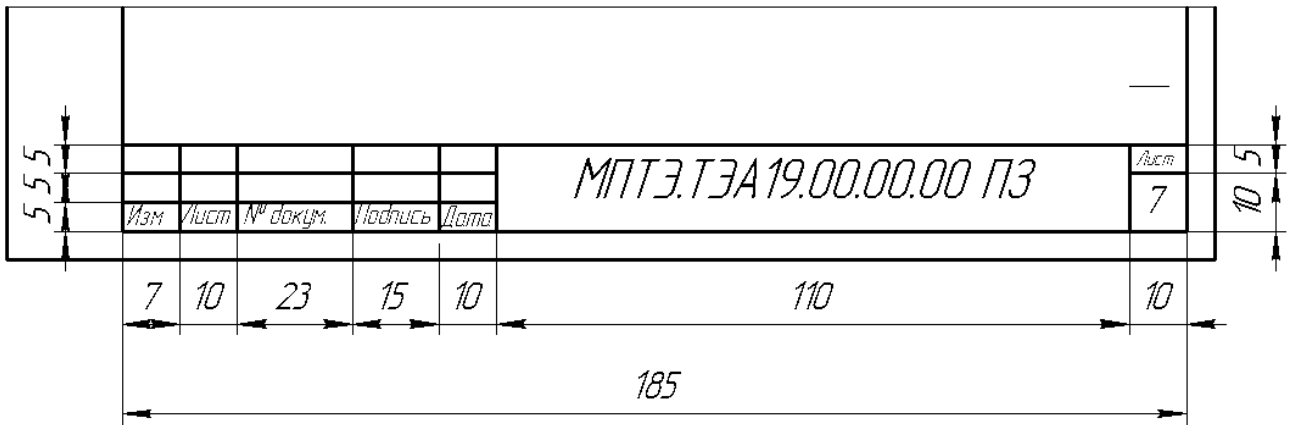


Рисунок Г.2 – Основная надпись к листам пояснительной записки (форма 2а по ГОСТ 2.104-68) (для листа с рефератом и других листов ПЗ)

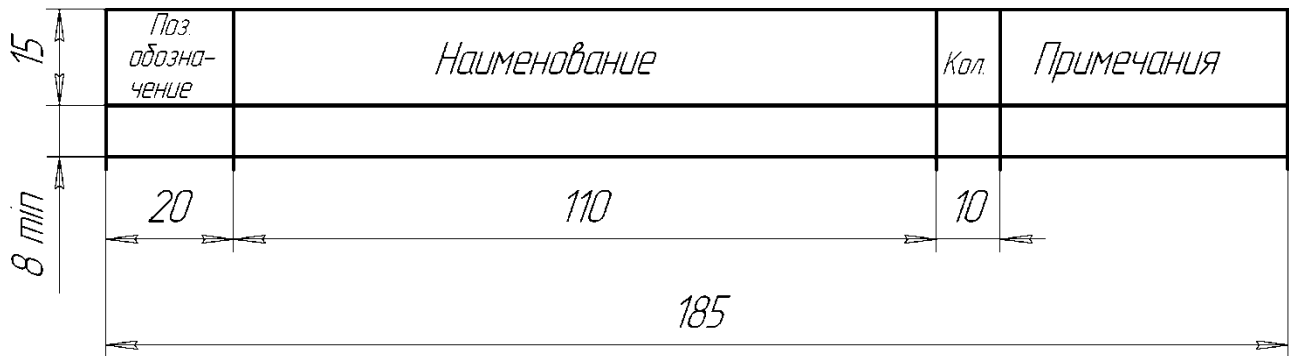


Рисунок Г.3 – Таблица перечня элементов к схеме

		Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Перв. примен.		Б	Гидробак	1	V = 55 л		
		Д1	Дроссель	1			
		Д2	Дроссель разблокировки	1			
		КОУ1, КОУ2	Клапан обратный управляемый (гидрозамок)				
			ПЧМ-500.18.21.000	2			
		КП	Клапан предохранительный	1	p=17 МПа		
		М	Манометр показывающий МТП-100				
			ГОСТ 2405-88	1	p=0-25 МПа		
		Н	Насос шестеренный НШ10М-3				
			ОСТ 23.192-88	1			
Справ. №		Р	Гидрораспределитель ВММ10.64 УХЛ4				
			ГОСТ 24679-81	1			
		Ф	Фильтр напорный 1ФГМ32-25К УХЛ4				
			ТУ2-053-1778-86	1			
		Ц1, Ц2	Гидроцилиндр телескопический	2	D=125 мм		
		МПТЭ.ТЭА25.00.00.00 ПГЗ					
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
					К		1
					Платформа подъемная		
					Перечень элементов		
					БрГУ Кафедра МЭА		
					Формат А4		
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата			
Разраб.		Иванов И.Н.					
Проб.		Монтик С. В.					
Н.контр.		Монтик С. В.					
Утв.		Монтик С.В.					

**Рисунок Г.4 – Пример оформления перечня элементов к схеме
(в примере – перечень элементов к гидравлической принципиальной схеме)**

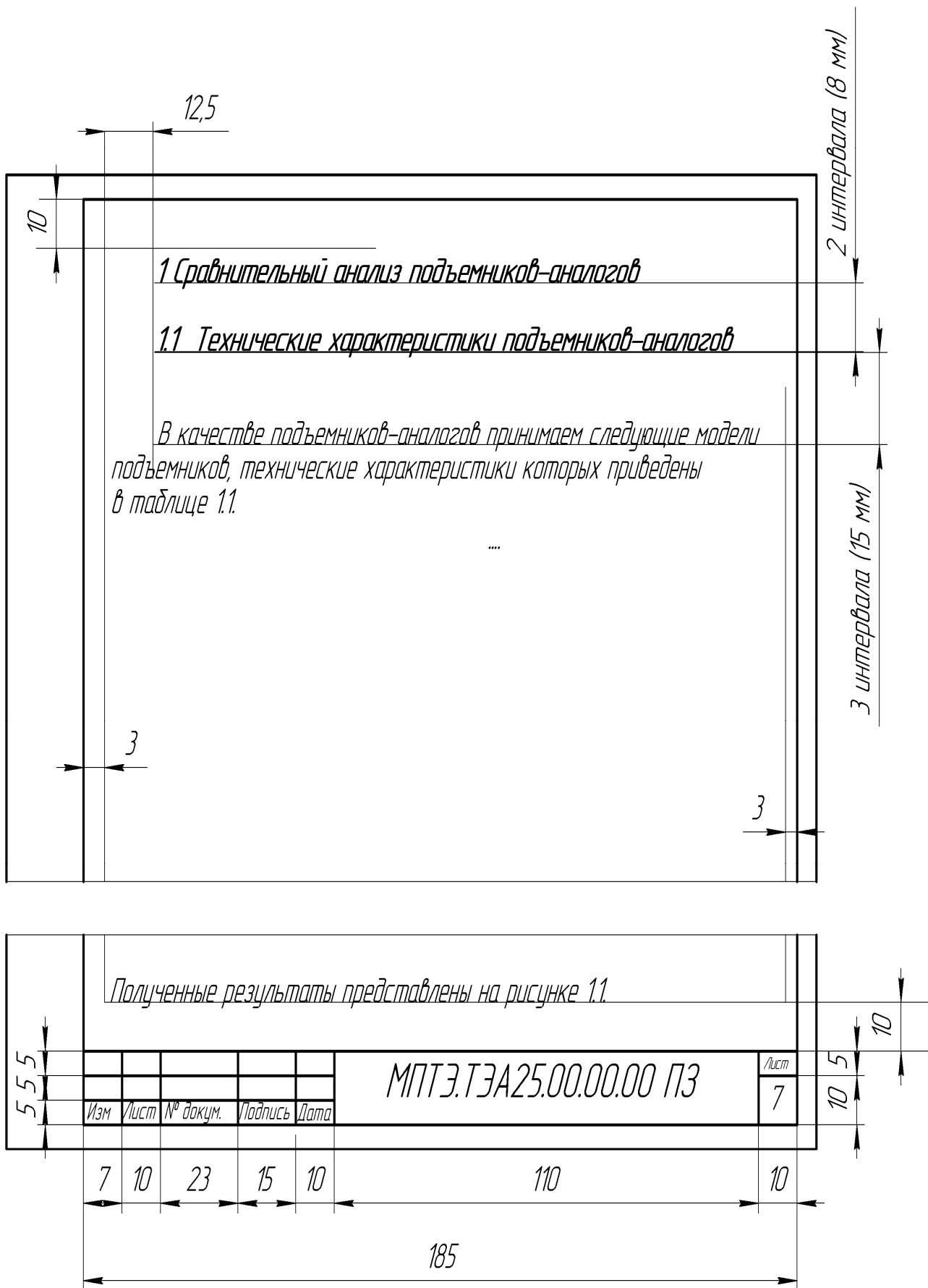


Рисунок Г.5 – Схема расположения полей и интервалов в тексте пояснительной записки (основная надпись на листе – по форме 2а по ГОСТ 2.104-2006)

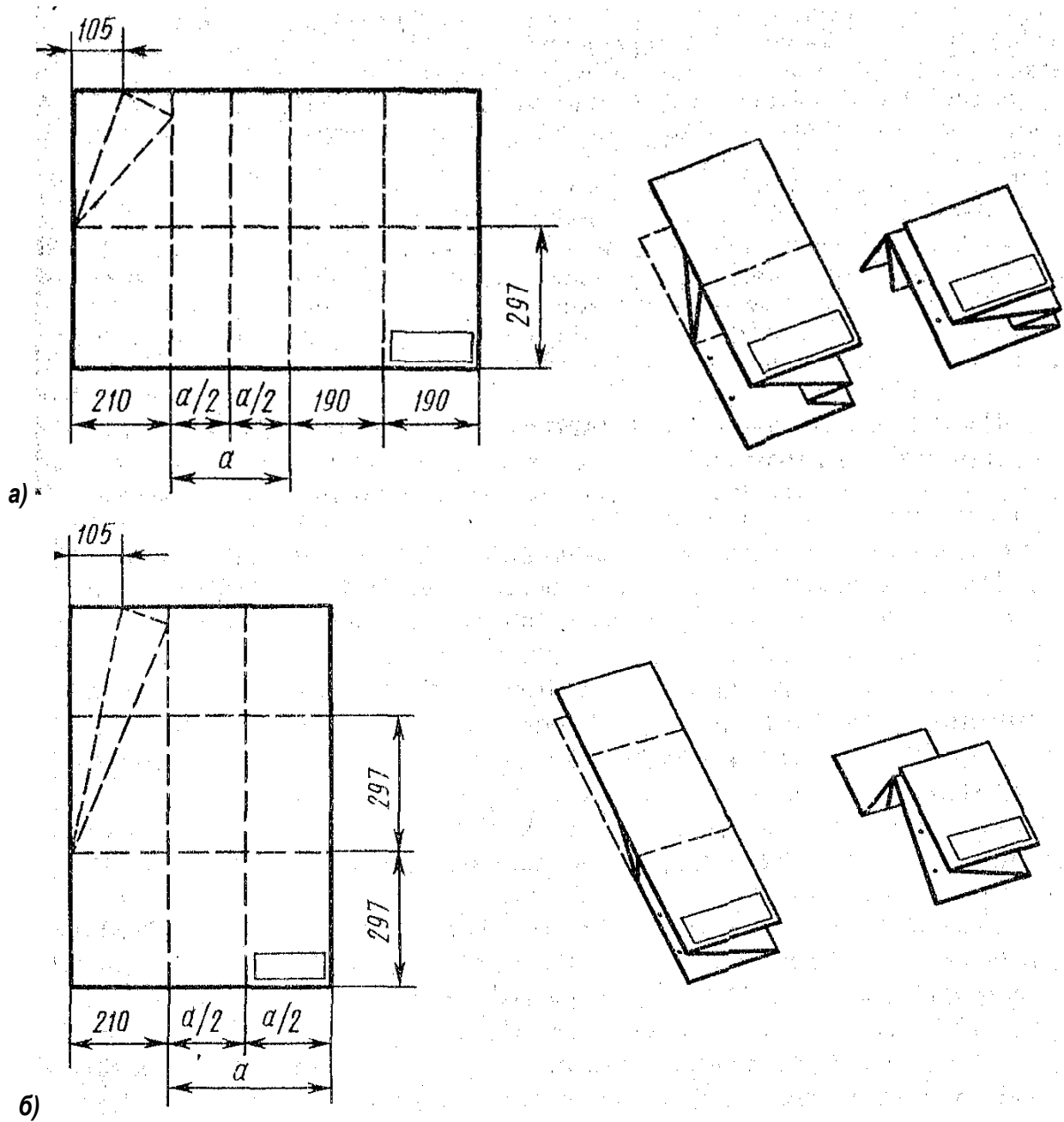


Рисунок Г.6 – Складывание листа формата А1 для брошюрования:
 а) горизонтального; б) вертикального

Учебное издание

Составители:

Монтик Сергей Владимирович

Акулич Ярослав Антонович

Методические указания

к выполнению курсовой работы

по дисциплинам

**«Средства технического оснащения автосервиса»,
«Механизация процессов технической эксплуатации»**

для студентов специальностей

1 - 37 01 07 **«Автосервис»**

1 - 37 01 06 **«Техническая эксплуатация автомобилей»**,

Часть 1

Ответственный за выпуск: Монтик С.В.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная вёрстка: Соколюк А.П.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано в печать 22.10.2018 г. Формат 60x84 1/16. Бумага «Performer».
Гарнитура «Arial Narrow». Усл. печ. л. 2,56. Уч. изд. л. 2,75. Заказ № 1252. Тираж экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.