

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«Брестский государственный технический университет»**

**Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»**

**ПОДЪЁМНИК ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ:  
КОНСТРУКЦИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РАСЧЕТ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к лабораторным и практическим занятиям  
по дисциплине  
«СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ АВТОСЕРВИСА»  
для студентов специальности  
1 – 37 01 07 «Автосервис»**



**Брест 2017**

УДК 629.08 (075.8)

Методические указания к лабораторным и практическим занятиям «Подъёмник электрогидравлический: конструкция, эксплуатация и расчёт» по дисциплине «Средства технического оснащения автосервиса» для студентов специальности 1-37 01 07 «Автосервис» содержат описание конструкции, правила эксплуатации, методику расчёта электрогидравлического четырехстоечного подъёмника и могут использоваться при выполнении лабораторных и практических работ, а также конструкторской части дипломного проекта.

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

Рецензент: заместитель генерального директора – директор филиала «Автовокзал г. Бреста» ОАО «Брестоблавтотранс» А.М. Сенчук

© Учреждение образования  
«Брестский государственный технический университет», 2017

## **Лабораторная работа**

### **Изучение конструкции, принципа работы и правил эксплуатации подъемника четырехстоечного электрогидравлического TLT-440W (4 часа)**

#### **Оборудование:**

Подъемник четырехстоечный электрогидравлический TLT-440W

#### **Порядок выполнения**

- 1 Изучить теоретическую часть
- 2 Выполнить практическую часть
- 3 Оформить отчет
- 4 Защитить лабораторную работу

#### **Теоретическая часть**

##### **1 Правила охраны труда при использовании подъемника**

1.1 Руководитель организации или индивидуальный предприниматель, эксплуатирующие подъемник, обязаны обеспечить содержание его в исправном состоянии и безопасные условия работы путем организации надлежащего надзора за исправным состоянием подъемника, его освидетельствования, осмотров и ремонтов.

Для этого необходимо:

- назначить инженерно-технического работника по надзору за безопасной эксплуатацией подъемника;
- назначить инженерно-технического работника, ответственного за содержание подъемника в исправном состоянии;
- назначить лиц, ответственных за безопасное производство работ с использованием подъемника;
- установить порядок периодических осмотров, технического обслуживания и ремонтов, обеспечивающих содержание подъемника в исправном состоянии;
- установить порядок обучения и периодической проверки знаний у персонала, обслуживающего подъемник и осуществляющего работы с использованием подъемника;
- разработать должностные инструкции для ответственных специалистов;
- разработать производственные инструкции для обслуживающего персонала;
- разработать производственные инструкции для лиц, допущенных к производству работ с использованием подъемника.

1.2. Подъемник должен быть закреплен за инженерно-техническим работником, ответственным за содержание подъемника в исправном состоянии. Номер и дата приказа о назначении инженерно-технического работника, ответственного за содержание подъемника в исправном состоянии, а также его должность, фамилия, имя, отчество и подпись должны содержаться в таблице руководства по эксплуатации подъемника.

1.3. К работе на подъемнике допускаются лица не моложе 18 лет, изучившие руководство по эксплуатации и прошедшие инструктаж по охране труда.

Допуск лиц к работе на подъемнике оформляется приказом по предприятию.

1.4 Лица, осуществляющие работы с использованием подъемника, перед началом работ должны производить осмотр и проверку подъемника. Результаты осмотра и про-

верки должны записываться в эксплуатационный журнал. Наличие и правильность ведения эксплуатационного журнала должен обеспечить инженерно-технический работник по надзору за безопасной эксплуатацией подъемника.

1.5. До начала эксплуатации нового подъемника после монтажа потребитель обязан провести полное техническое освидетельствование подъемника.

При полном техническом освидетельствовании подъемника проводятся:

- статические и динамические испытания;
- измерение сопротивления изоляции;
- проверка работы конечных выключателей, механизмов страховки и аварийной остановки движения платформ.

Периодичность проведения полного технического освидетельствования подъемника при дальнейшей эксплуатации – 12 месяцев.

#### 1.5.1. Статические и динамические испытания.

Статические испытания производить нагружением платформ подъемника, грузом массой, указанной в таблице (на 25% больше номинальной грузоподъемности), поднятых на высоту 100–200 мм от крайнего нижнего положения с выдержкой под нагрузкой не менее 10 мин. Динамические испытания производить путем трехкратного подъема на максимальную высоту груза массой, указанной в таблице (на 10% больше номинальной грузоподъемности).

	При статических испытаниях	При динамических испытаниях
Масса груза на подъемник, кг	5000	4400
Масса груза на траверсу, кг	2500	2200

Подъемник считается выдержавшим статические и динамические испытания, если в течение 10 мин груз, поднятый при статических испытаниях, не опустится относительно первоначального положения, а также не будет обнаружено трещин, остаточных деформаций и других повреждений металлоконструкций и механизмов.

Для проведения статических и динамических испытаний допускается использовать догруженный до соответствующей массы автомобиль.

#### 1.5.2. Измерение сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции аппаратов вторичных цепей и электропроводки производить мегаомметром М1102/1 ТУ 25-04-798-78.

Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм.

1.6. Во время подъема или опускания автомобиля, помимо оператора, находящегося у шкафа аппаратного, должен присутствовать второй работник, который обязан вести наблюдение за положением автомобиля и работой подъемника со стороны, невидимой оператору и при возникновении какой-либо опасности или неисправности подать сигнал оператору о немедленной остановке подъемника.

1.7. Запрещается поднимать автомобиль собственной массой свыше 4000 кг.

1.8. Запрещается находиться в автомобиле, под ним или в зоне его возможного падения во время подъема или опускания.

1.9. Запрещается производить подъем и обслуживание автомобиля с работающим двигателем.

1.10. Запрещается производить какие-либо работы с подъемником и его механизмами при поднятом автомобиле, а также во время подъема или опускания.

1.11. Электродвигатель, пускорегулирующая аппаратура, шкаф аппаратный должны быть надежно заземлены.

1.12. При опускании на площадке под автомобилем и в ножничных механизмах стоек не должно быть никаких предметов.

1.13. В случае возникновения какой-либо опасности при подъеме или опускании автомобиля немедленно остановить подъемник.

**При эксплуатации необходимо соблюдать следующие меры безопасности**

Лица, не участвующие в эксплуатации оборудования, не должны приближаться к нему во время работы.

Запрещается эксплуатация оборудования при обнаружении любого повреждения до проверки оборудования квалифицированным техником.

Оборудование не подлежит избыточной нагрузке. Нормативная грузоподъемность обозначена на табличке с заводскими характеристиками.

Запрещается поднимать автомобиль с пассажирами внутри.

Запрещается находиться в зоне непосредственной работы оборудования в процессе подъема или опускания.

Поддерживайте порядок на рабочем месте.

Используйте точки подъема, рекомендованные изготовителем.

Для некоторых автомобилей, демонтаж (или установка) отдельных деталей может привести к серьезному смещению центра тяжести, что может стать причиной неустойчивости. Для балансировки автомобиля необходимо использовать дополнительную поддержку.

Работайте в подходящей одежде. Во время работы с подъемником рекомендуется использовать специальную обувь, которая препятствует проскальзыванию.

Обратите особое внимание на различные знаки безопасности, установленные на корпусе оборудования.

Не допускайте попадания волос, частей одежды, пальцев и прочих частей тела в движущие детали оборудования.

Запрещается демонтировать устройства безопасности с самого оборудования. Устройства безопасности должны всегда находиться в рабочем состоянии.

Внимательно ознакомьтесь с руководством по эксплуатации и мерами безопасности перед началом работы с подъемником.

Работу с подъемником может производить только квалифицированный персонал.

Во время работы подъемника посторонним лицам запрещается находиться в пределах рабочей зоны.

Автомобиль должен быть надежно закреплен во время спуска и подъема.

Для безопасной эксплуатации необходимо проведение соответствующего технического обслуживания и контроля.

При возникновении угрозы падения автомобиля с подъемника, всем лицам, находящимся в рабочем помещении, необходимо немедленно его покинуть.

Запрещается использовать поврежденный подъемник!

Не прикасайтесь к подвижным частям и зонам заземления.

При спуске убирайте ноги с места подъема!

Не приближайтесь к движущимся компонентам подъемника в процессе подъема/опускания.

## 2 Техническая характеристика подъемника

Подъемник TLT-440W – гидравлический четырех стоечный подъемник грузоподъемностью 4 тонны с возможностью использования дополнительной подъемной платформы (траверсы) с грузоподъемностью 2,0 т. Используется для поста развал-схождение.

Модель	Грузоподъемность, тонны	Высота подъема, мм	Время подъема, с	Время опускания, с	Мощность двигателя, кВт	Расстояние между стойками, мм	Ширина, мм	Высота, мм
TLT440W	4	1900	До 60	От 20 до 40	2.2	3000	3445	2172
Пневмогидравлическая траверса	2	250						

Гидравлический блок: рабочее давление: 16 МПа.

С данным подъемником может быть использован электродвигатель со следующими параметрами: однофазный: 220В/50Гц 2.2 кВт; трехфазный: 380В/50Гц, 2.2 кВт т.

Подъемник оснащается поворотными кругами и «плавающими» площадками под задние колеса, необходимыми для уменьшения взаимосвязи колес при регулировках.

Для вывешивания колес между платформами устанавливается передвижная траверса (домкрат) с гидравлическим цилиндром и пневмогидравлическим насосом.

### Траверса пневмогидравлическая 2т Launch (см. рис. 4)

Пневмогидравлическая траверса Launch грузоподъемностью 2 т используется в основном на четырехстоечном подъемнике (возможно использование на осмотровой канаве) и предназначена для вывешивания колес одной из оси при проведении процедуры компенсации при регулировке углов установки колес автомобиля или для других общеслесарных целей.

Технические характеристики:

- грузоподъемность 2000 кг;
- привод пневмогидравлический;
- минимальная высота (клиренс) 200 мм;
- максимальная высота подъема 550 мм;
- расстояние между колесиками 890–1400 мм.

### 3 Конструкция подъемника

Четырехстоечные платформенные подъемники являются наиболее универсальными среди всех типов стоечных подъемников и позволяют производить все виды работ по техническому обслуживанию (ТО) и ремонту (Р) автомобиля, в том числе диагностику и регулировку ходовой части и рулевого управления. Грузоподъемность четырехстоечных подъемников варьируется в широких пределах – от 2 до 7 тонн, благодаря чему они находят применение как для ремонта и обслуживания легковых, так и грузовых автомобилей.

Наиболее часто четырехстоечные подъемники используют на постах контроля и регулировки углов управляемых колес.

Основной недостаток подъемников этого типа — большая занимаемая площадь производственного участка.

Основные конструктивные элементы подъемника:

- четыре стойки, закрепленные на основании фундаментными болтами,
- две поперечные балки, соединяющие попарно передние и задние стойки;
- две платформы, закрепленные на поперечных балках,
- привод,
- съездные трапы.

Одна из платформ закреплена на поперечных балках неподвижно, вторая имеет возможность смещаться в поперечном направлении, благодаря чему подъемник может быть настроен для обслуживания автомобилей с разной шириной колеи колес.

В стойках располагаются механизмы подъема, поперечные балки и страховочные механизмы.

Подъемники могут иметь *электромеханический либо гидравлический привод*. Наиболее распространенными являются подъемники с электрогидравлическим приводом.

В подъемниках с электрогидравлическим приводом насосная станция и пульт управления подъемником находятся на одной из его задних (по отношению к въезду автомобиля) стоек. Силовой гидроцилиндр закреплен в платформе, ближайшей к этой стойке и неподвижной по отношению к поперечным балкам (см. рис. 1, 2).

На штоке гидроцилиндра установлена каретка с закрепленными в ней приводными тросами. Тросы через систему блоков в поперечных балках и стойках связаны с корпусами поперечных балок. При выдвигании штока из корпуса гидроцилиндра тросы опускают поперечные балки, а вместе с ними и платформы подъемника (см. рис. 1, 3).

Для вывешивания колес между платформами устанавливают передвижную траверсу с пневматическими или гидравлическими домкратами (см. рис. 4).

Гидравлическая и пневматическая схемы подъемника представлены на рис. 5, 6.

Подача масла в гидроцилиндр осуществляется с помощью минигидростанции НС, гидравлическая схема которой представлена на рис. 14. 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 гидравлические масла классов вязкости 32 (при низких внешних температурах) и 46 (при высоких внешних температурах) по ISO 3448.

### **Система безопасности подъемника**

Обычно используются две системы безопасности: по гидравлической схеме и по кинематической схеме.

В гидравлической системе безопасности предохраняющее устройство предотвращает самопроизвольное опускание штока гидроцилиндра при разгерметизации гидросистемы. Этим устройством является предохранительный клапан, так называемый «*парашютный клапан*», который установлен на входе в гидроцилиндр. Парашютный клапан запирает рабочую полость цилиндра, в которой находится масло под большим давлением, в случае возникновения резкого снижения давления масла в напорной магистрали привода. При нормальной работе гидросистемы, когда дана команда на опускание кареток подъемника, давление в системе изменяется плавно, с небольшим градиентом, и клапан постоянно находится в открытом состоянии.

**Механическая система безопасности** предотвращает самопроизвольное опускание платформы как в случае обрыва троса, так и при разгерметизации гидросистемы (ложной команды на опускание).

В механических системах безопасности применяются два вида механизмов: храповые с выдвигаемым страховочным пальцем и пружинно-клиновые или просто клиновые. *Клиновые механизмы безопасности наиболее распространены.*

Для возможности подъема или опускания платформы (см. рис. 7) необходимо подать воздух в пневмоцилиндр одностороннего действия (поз. 4), шток которого отведет клин (стопор, защелку) (поз. 3) от планки безопасности (стопорной пластины) (поз. 1) и позволит поперечным балкам с платформами перемещаться вверх или вниз.

При отсутствии подачи воздуха под давлением в пневмоцилиндр (поз. 4) клин (поз. 3) прижимается к планке безопасности (поз. 1) с помощью штока пневмоцилиндра за счет пружин в пневмоцилиндре. При этом клин заходит в прорези в планке безопасности и фиксирует положение поперечных балок и платформ подъемника.

Такие стопорные механизмы расположены на каждой стойке. Регулировка механизма безопасности производится при монтаже подъемника.



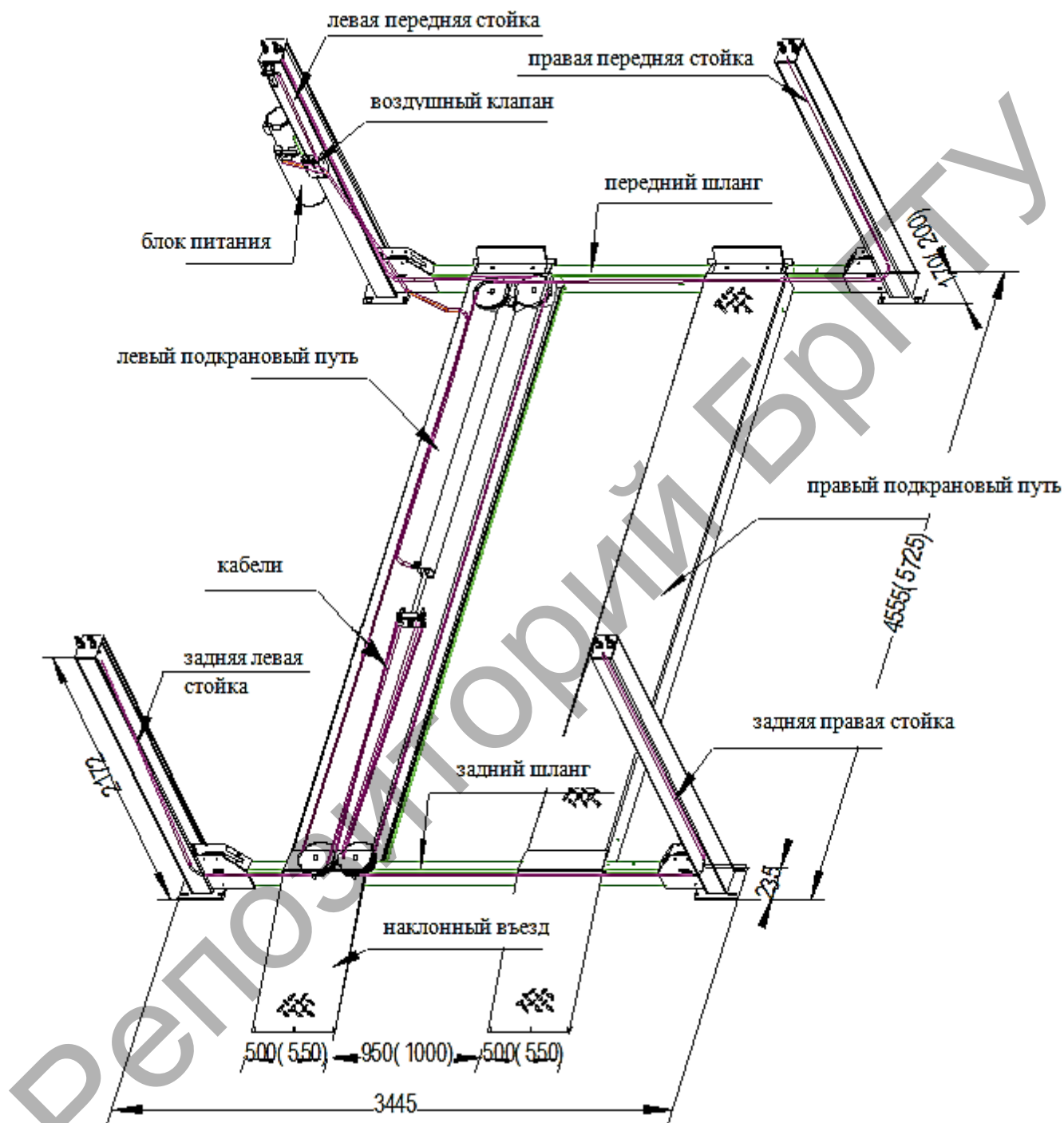


Рисунок 1 – Конструкция подъемника (траверса не показана)

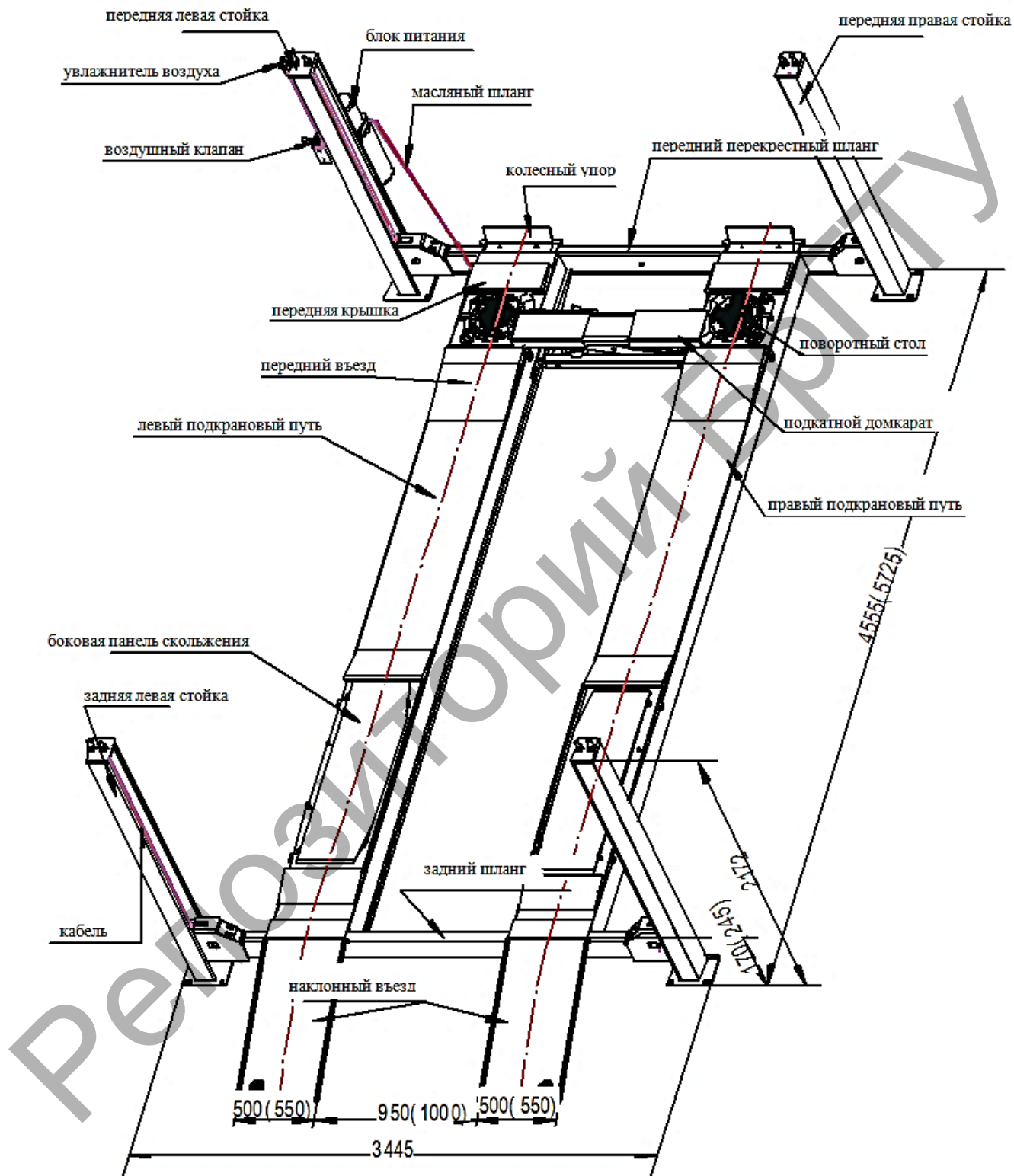


Рисунок 2 – Конструкция подъемника (внешний вид)

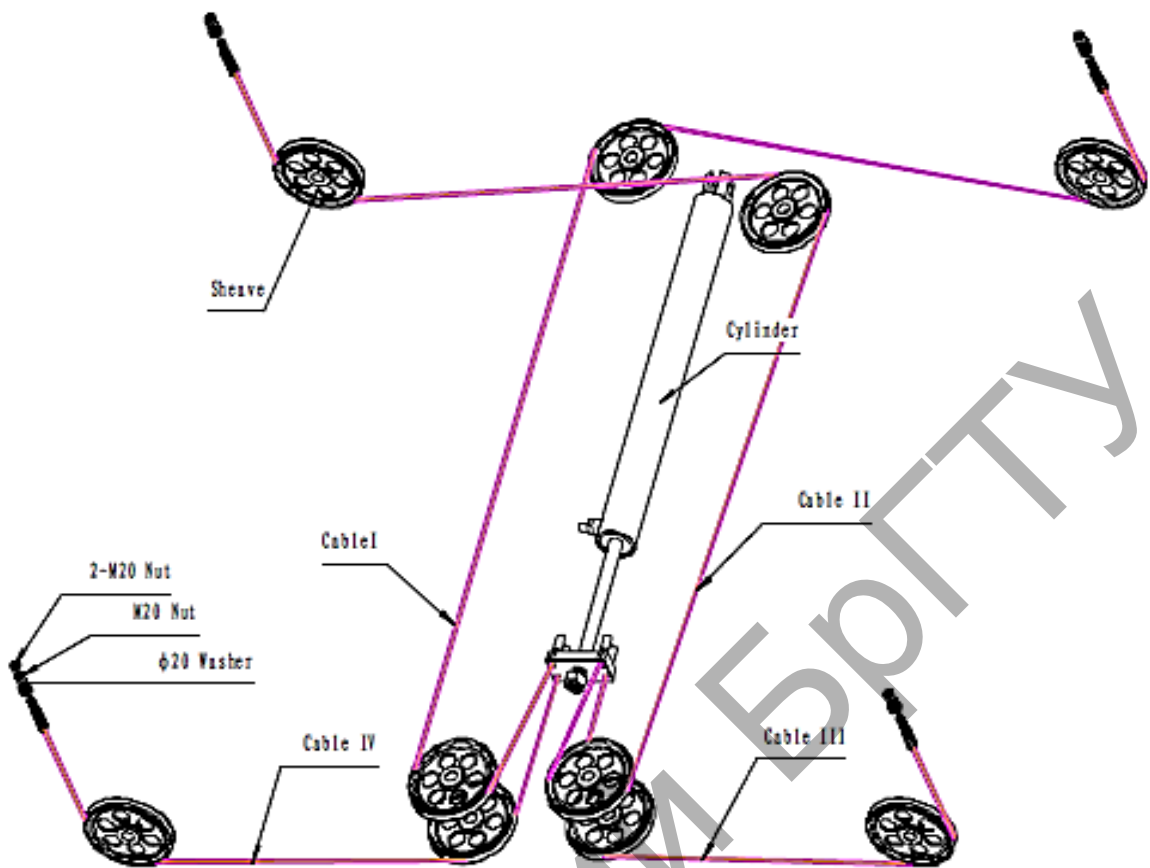


Рисунок 3 – Схема крепления тросов к гидроцилиндру и стойкам

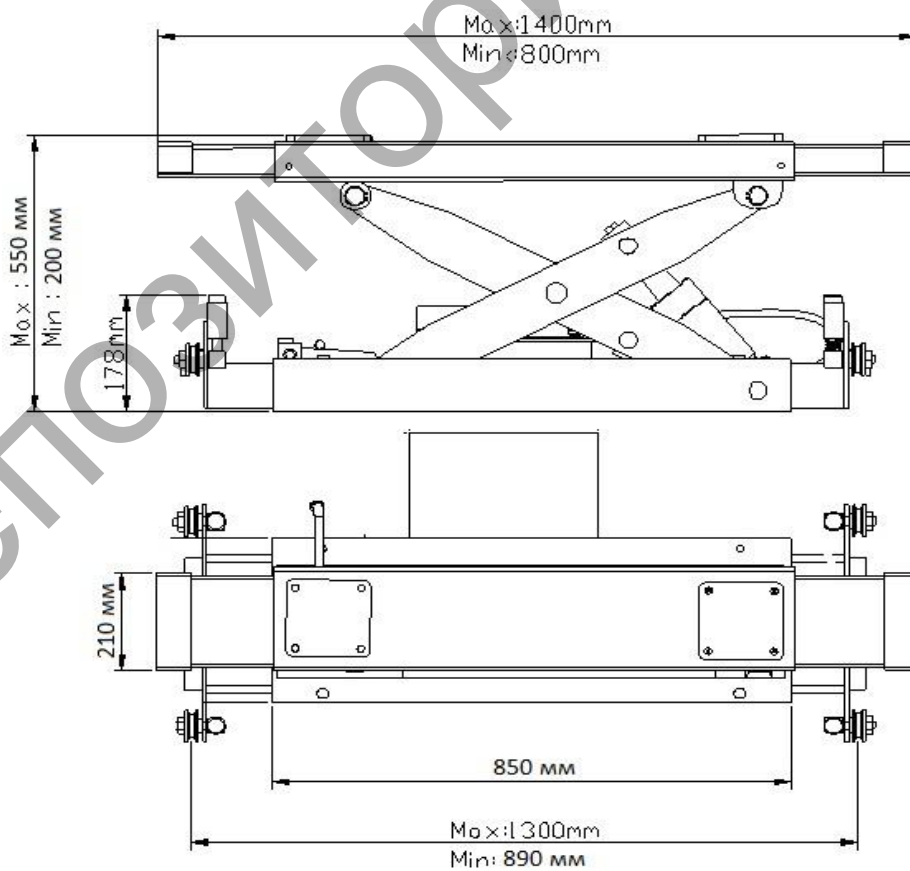
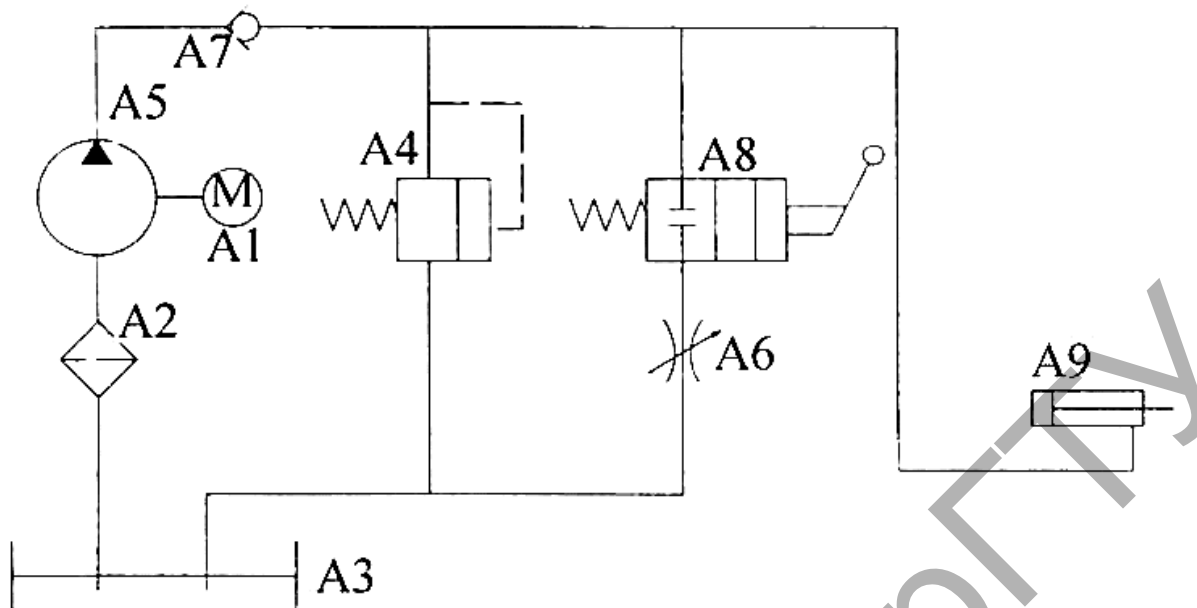
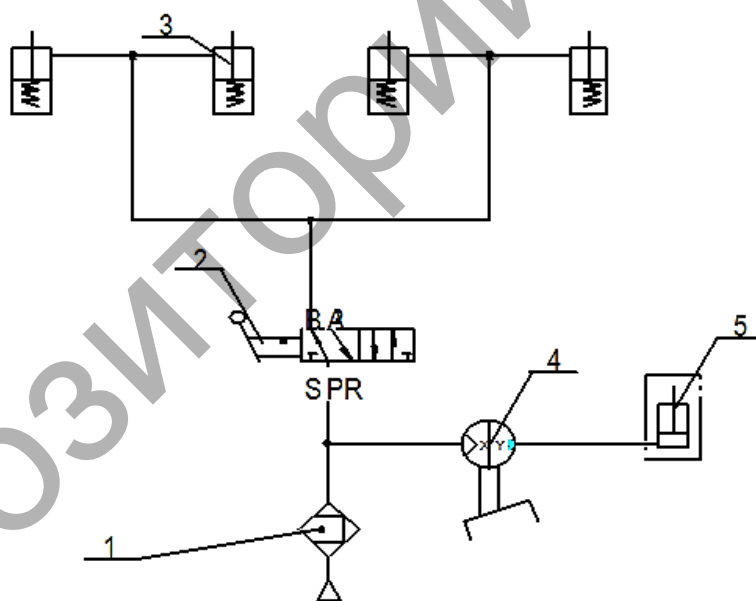


Рисунок 4 – Траверса пневмогидравлическая 2 т Launch (с пневмогидравлическим насосом и гидравлическим цилиндром) (домкрат)



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

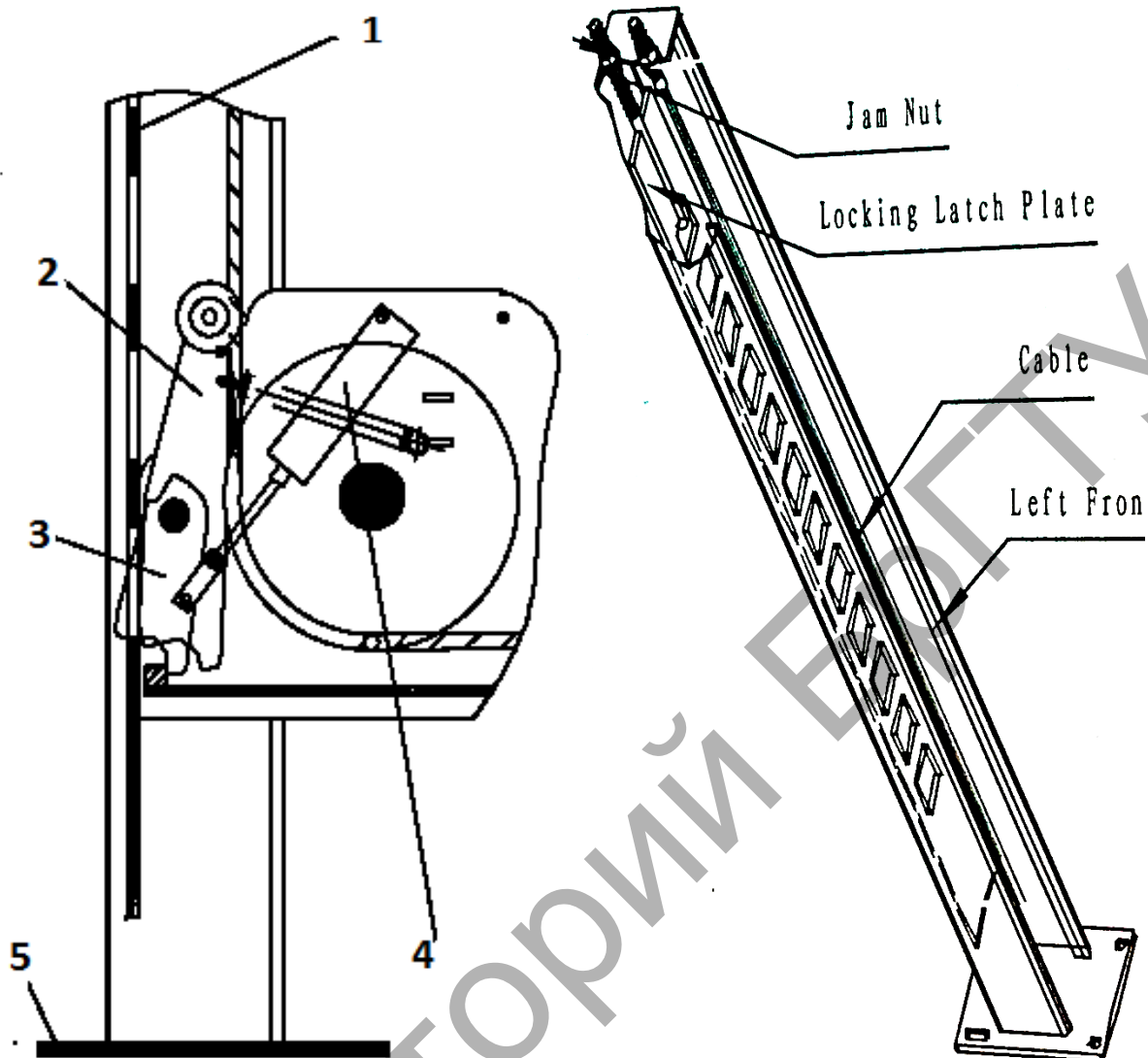
Рисунок 5 – Схема гидравлическая принципиальная привода подъемника



- |                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| 1. Пневматический источник | 4. Пневматический насос |
| 2. Клапан контроля воздуха | 5. Цилиндр              |
| 3. Воздушный цилиндр       |                         |

поз. 4 – пневмогидравлический насос траверсы, поз. 5 – гидравлический цилиндр траверсы, поз. 3 – пневмоцилиндры одностороннего действия, при подаче в них воздуха под давлением пружины в пневмоцилиндрах сжимаются и клинья (стопоры, защелки, фиксаторы) отводятся от планок безопасности (стопорных пластин), в результате возможно опускание или подъем платформ

Рисунок 6 – Схема пневматическая подъемника



1 – планка безопасности (стопорная пластина), 2 – устройство натяжения троса, 3 – клин (стопор, защелка, фиксатор), 4 – пневмоцилиндр одностороннего действия, 5 – стойка подъемника

Рисунок 7 – Схема механизма безопасности подъемника с использованием клинового механизма

#### 4 Использование подъемника

##### 4.1 Проверка перед эксплуатацией

Убедитесь в правильной установке подачи питания.

Проверьте подачу сжатого воздуха.

Убедитесь, что все соединительные болты надежно затянуты.

Убедитесь в правильности установки натяжения тросов.

Убедитесь в отсутствии утечек из гидравлических и пневматических линий.

##### 4.2 Подъем автомобиля

Освободите место под платформой.

Опустите платформу на основание.

Переместите автомобиль на середину платформы.

Нажмите кнопку пуска на блоке питания, медленно поднимите транспортное средство, чтобы убедиться в устойчивости автомобиля на платформе, затем поднимите его на требуемую высоту.

Отпустите кнопку пуска.

Нажмите кнопку спуска для активации защитной блокировки платформы.

#### **Примечания :**

*При поднятии автомобиля для блокировки колес должны использоваться блокировочные упоры.*

*Перед подъемом автомобиля проверьте гидравлические шланги и соединения на предмет протечки масла. В случае протечки оборудование нельзя использовать до устранения проблемы.*

*Когда автомобиль поднимется на нужную высоту, убедитесь, что защитная блокировка установлена.*

*Не входите в рабочую зону подъемника, не убедившись, что все стопоры защелкнуты и подъемник опущен на них.*

*После того, как автомобиль поднят на необходимую высоту, опустите подъемник на ближайший стопор. Не позволяйте тросам оставаться ненатянутыми. Перед тем, как войти в рабочую зону, убедитесь, что все четыре защелки (стопоры) вошли в зацепление со стопорными пластинами (см. рис. 7).*

#### **4.3 Спуск автомобиля**

Освободите место под платформой.

Поднимите подъемник, чтобы отщелкнуть стопоры. Для этого нажмите на кнопку подъема, расположенную на гидроагрегате. Убедитесь, что Вы подняли автомобиль, как минимум, на 5 см - этого достаточно, чтобы позволить стопорам нормально выйти из отверстий на стопорной пластине.

Нажмите и удерживайте кнопку разблокировки (кнопку пневматического клапана) подъемника для дезактивации всех 4-х блокирующих защелок (стопоров).

Нажмите на рукоятку опускания, расположенную на гидроагрегате, и удерживайте ее в этом положении, пока подъемник полностью не опустится.

При опускании подъемника убедитесь, что в рабочей зоне не присутствуют люди; визуально следите за опусканием.

Убедитесь, что все четыре стопора отщелкнуты. Если один из стопоров при опускании случайно защелкнется, то подъемник и/или автомобиль может нанести травмы или привести к смерти персонала.

Чтобы опустить подкатной домкрат (траверсу), поднимите рычаг домкрата и высвободите блокировочную защелку, подняв выпускающую рукоять, а затем выжмите опускающий клапан.

#### **5 Ремонт и техническое обслуживание**

##### **Чистка**

Рабочие поверхности оборудования должны содержаться в чистоте. Загрязнение рабочих поверхностей увеличивает скорость износа деталей и может привести к сокращению срока службы подъемника.

Для очистки оборудования используйте сухую ткань. Оборудование необходимо отключать от источника питания на время уборки. Регулярно очищайте рукоятки управления и/или кнопки. Они должны быть сухими и не содержать смазки.

#### **Ежедневно:**

Перед началом эксплуатации, тщательно проверьте предохранительный механизм подъемника для гарантирования срабатывания блокировки и размыкающего механизма, при этом предохранительная защелка должна находиться в рабочем состоянии. При выявлении какой-либо неисправности выполните регулировку, ремонт или немедленную замену.

Проверьте правильность соединения между гидравлическим цилиндром и передним основанием цилиндрического подкранового пути, а также плотность прикручивания стопорных гаек и соединений масляного цилиндра.

Проверьте рабочее состояние стальных тросов и соответствие натяжения оптимальным рабочим параметрам. Обязательно заменяйте изношенные или поврежденные тросы.

#### **Ежемесячно:**

Подтягивайте анкерные болты.

Выполните смазку вала и колеса всех вращающихся деталей.

Проверьте все соединительные болты и штифты установки.

Проверяйте шланги гидравлической системы на предмет износа.

Внимание: все анкерные болты должны быть плотно затянуты. Если по какой-либо причине болт не затягивается, подъемник нельзя использоваться до тех пор, пока не будет произведена замена болта.

#### **Каждые полгода:**

Проверяйте движущиеся части на предмет износа и повреждений.

Проверяйте наличие смазки на всех роликах. В случае буксировки роликов при поднятии или снижении необходимо добавить на ось смазывающее вещество.

При необходимости проверяйте и выполняйте регулировку балансировки напряжения тросов для обеспечения горизонтального поднятия и опускания.

Проверяйте вертикальность положения стойки.

#### **Обслуживание гидравлической системы:**

При интенсивной эксплуатации данного оборудования гидравлическая система должна подвергаться очистке (с заменой масла) каждые полгода. Гидравлическая система должна прочищаться по крайней мере раз в год.

Если через некоторое время после начала эксплуатации была обнаружена утечка масла, тщательно проверьте все соединения и, если утечка вызвана износом уплотнителей, замените их. При замене уплотнителей убедитесь, что их характеристики соответствуют характеристикам оригинальных уплотнителей.

### **6 Неисправности и способы их устранения**

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
Двигатель не запускается	Сгорел предохранитель или сработал прерыватель цепи. На двигатель подается неправильное напряжение. Повреждена электропроводка. Сгорела обмотка двигателя.	Замените предохранитель или перезапустите прерыватель цепи. Обеспечьте подачу нормативного напряжения к двигателю. Проверьте электропроводку тестером, устраните неисправность, изолируйте проводку. Замените двигатель.

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
Двигатель работает, но платформа не поднимается	Обратное вращение двигателя. Нарушена герметичность понижающего клапана. Недостаточный уровень масла. Воздух в гидравлическом насосе. Шланг всасывания воздуха плохо подключен или отсоединился от гидравлического насоса.	Поменяйте направление вращения двигателя, преобразовав проводочный вывод двигателя. Отремонтируйте или замените понижающий клапан. Залейте масло в масляный резервуар. Затяните все соединения воздушного всасывающего шланга. Замените воздушный всасывающий шланг.
Двигатель работает, но подъемник не поднимает под нагрузкой	На двигатель подается недостаточное напряжение. Понижающий клапан загрязнен. Предохранительный клапан неправильно установлен. Подъемник перегружен.	Обеспечьте подачу правильного напряжения на двигатель. Прочистите клапан. Отрегулируйте или переустановите предохранительный клапан. Проверьте массу автомобиля и/или сбалансируйте массу автомобиля на подъемнике.
Подъемник не удерживается в поднятом положении	Наличие загрязнений в месте размещения опускающего клапана. Протечка масла. Контрольный клапан протекает.	Прочистите понижающий клапан. Устраните протечку. Замените контрольный клапан.
Малая скорость подъема/масло вытекает наружу	В системе гидравлики смесь масла и воздуха. Смешено всасывание масляного и воздушного насоса. Ослабился шланг возврата масла.	Замените масло. Подтяните соединение шланга, всасывающего воздух. Переподключите шланг возврата масла.
Платформа не сохраняет горизонтальность	Тросы установлены неправильно. Подъемник установлен на недостаточно ровную поверхность.	Отрегулируйте натяжение тросов. Выровняйте стойки подъемника. Если разница больше чем 12 мм, залейте новое ровное цементное основание (см. описание установки подъемника).
Анкерный болт не затягивается	Было просверлено слишком большое отверстие для установки. Недостаточная толщина или сила прикручивания к цементному основанию.	Залейте отверстие быстросхватывающийся цемент и переустановите анкерный болт или просверлите новое отверстие в другом месте, чтобы переустановить подъемник. Срежьте старый цемент и залейте новое цементное основание под подъемник (см. описание установки подъемника).



## **Практическая часть**

1 Изучите правила охраны труда при использовании подъемника, прослушайте инструктаж преподавателя или мастера производственного обучения по охране труда при использовании подъемника, распишитесь в журнале регистрации инструктажа по охране труда. Изучите правила использования подъемника.

2 Изучите конструкцию подъемника (привод, страхующее устройство, гидростанцию, траверсу), его крепление к фундаменту.

3 Под руководством мастеров производственного обучения выполнить подъем и опускание платформ, подъем и опускание траверсы.

### **Содержание отчета**

Тема, используемое оборудование, технические характеристики подъемника и траверсы, письменные ответы на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы**

1 Какие лица должны быть назначены для обеспечения безопасных условий работы и содержания подъемника в исправном состоянии?

2 За кем должен быть закреплен подъемник и как оформляется это назначение, где должна содержаться эта информация?

3 Что необходимо сделать, кроме назначения ответственных лиц, для обеспечения безопасных условий работы и содержания подъемника в исправном состоянии?

3 Кто допускается к работе на подъемнике, как оформляется этот допуск?

4 Что выполняется при полном техническом освидетельствовании подъемника? Когда оно проводится?

5 При какой нагрузке и каким образом проводятся статические и динамические испытания подъемника?

6 Опишите основные элементы четырехстоечного платформенного подъемника.

7 Опишите конструкцию привода электрогидравлического подъемника и поясните принцип его действия. Приведите гидравлическую схему подъемника с пояснением обозначений (рис. 5).

8 Опишите устройство и работу мини-гидростанции подъемника, приведите ее гидравлическую схему с обозначениями (см. рис. 14).

9 Опишите гидравлическую систему безопасности подъемника

10 Опишите механическую систему безопасности подъемника на примере подъемника TLT-440W.

11 Какие работы выполняются при техническом обслуживании подъемника: ежедневно, ежемесячно, каждые полгода?

12 В чем заключается обслуживание гидравлической системы подъемника?

13 По заданию преподавателя для заданной неисправности опишите вероятную ее причину и способ устранения.

## Практическая работа

### *Изучение конструкции ножничных и пантографных подъемников.*

#### *Проектирование привода электрогидравлического подъемника (4 часа)*

#### **Особенности конструкции ножничных и пантографных подъемников**

**Ножничные подъемники** относятся к платформенным подъемникам (с длинной или короткой платформой), с гидравлическим приводом и могут быть напольного или заглубленного исполнения. В последнем случае, в сложенном состоянии они образуют «ровный пол» в помещении, что важно с точки зрения эффективного использования производственной площади.

В зависимости от целевого назначения и места применения подъемники имеют различную рабочую высоту подъема автомобиля — от 450 до 1850 мм.

Большая жесткость конструкции подъемников, использование длинных платформ, в которых могут быть встроены мини-лифты (также ножничного типа), самоустанавливающиеся опоры для регулировки углов «развал — сходжение», опоры детектора люфтов, а также минимальная занимаемая площадь, делают ножничные подъемники весьма привлекательными для участков диагностики СТОА.

Устройство ножничного подъемника рассмотрено ниже на примере подъемника ПГ-4. Каждая стойка (см. рис. 8) состоит из платформы (поз. 1) для размещения поднимаемого автомобиля, ножничного механизма (поз. 2), кулачкового активатора подъема в нижнем положении платформы (поз. 3), гидропривода подъема и опускания (поз. 4), страхующего механизма (поз. 5), основания (поз. 6). На въезде (съезде) платформ посредством осей со стопорными кольцами закреплены трапы для заезда (съезда) (поз. 7).

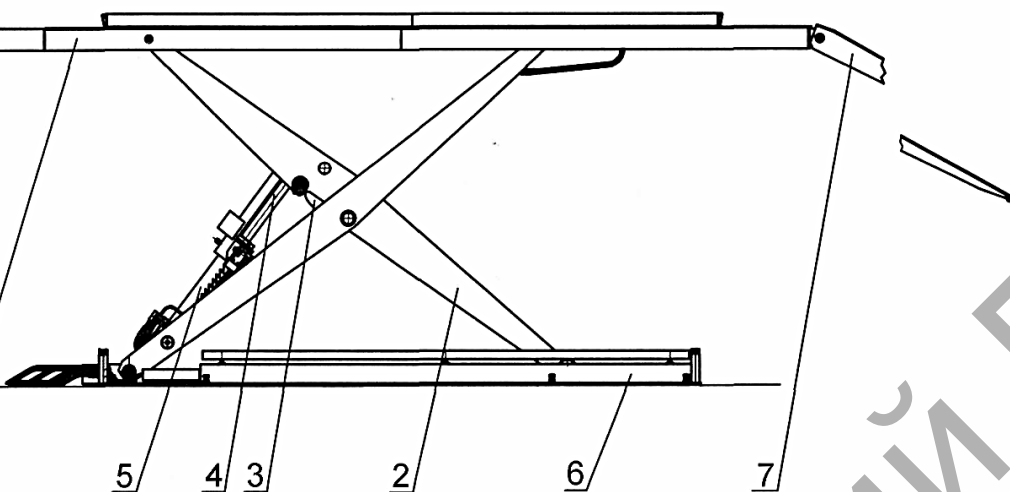


Рисунок 8 – Общий вид стойки ножничного подъемника ПГ-4

**Пантографные подъемники** являются также ножничными подъемниками с усложненной кинематической схемой (см. рис. 9, 10) [5]. Эти подъемники выпускаются с короткими платформами для подхвата автомобиля под кузов. Они изготавливаются как в напольном, так и в заглубленном исполнении. В последнем случае для их установки в полу устраиваются приямки, куда «прячется» подъемник в сложенном положении. Подхват автомобиля только под кузов несколько уменьшает уровень универсальности подъемников данного типа и уравнивает их по применимости с двухстоечными подъемниками. Однако по коэффициенту использования производственной площади и удобству работы на автомобиле пантографные подъемники опережают стоечные подъемники.

**Устройство пантографных подъемников** рассмотрим на примере подъемника модели STD-7230A (см. рис. 9). Подъемник состоит из двух платформ 1, которые оснащены мостиками заезда/съезда 2, которые могут быть зафиксированы и использованы как удлинители (выдвижные консоли). Подъемник крепится к поверхности с помощью двух рам оснований 3. Платформы соединены с рамами основания посредством подъемной системы типа «ножницы». Подъемная система каждой платформы состоит из 4-х опорных ры-

чагов: двух главных (5), двух вторичных (4) и двух цилиндров (6). Момент передается через систему рычагов, от цилиндров к плечу рычага (7). Опускание и подъем осуществляются посредством блока управления (8), установленного рядом с подъемником.

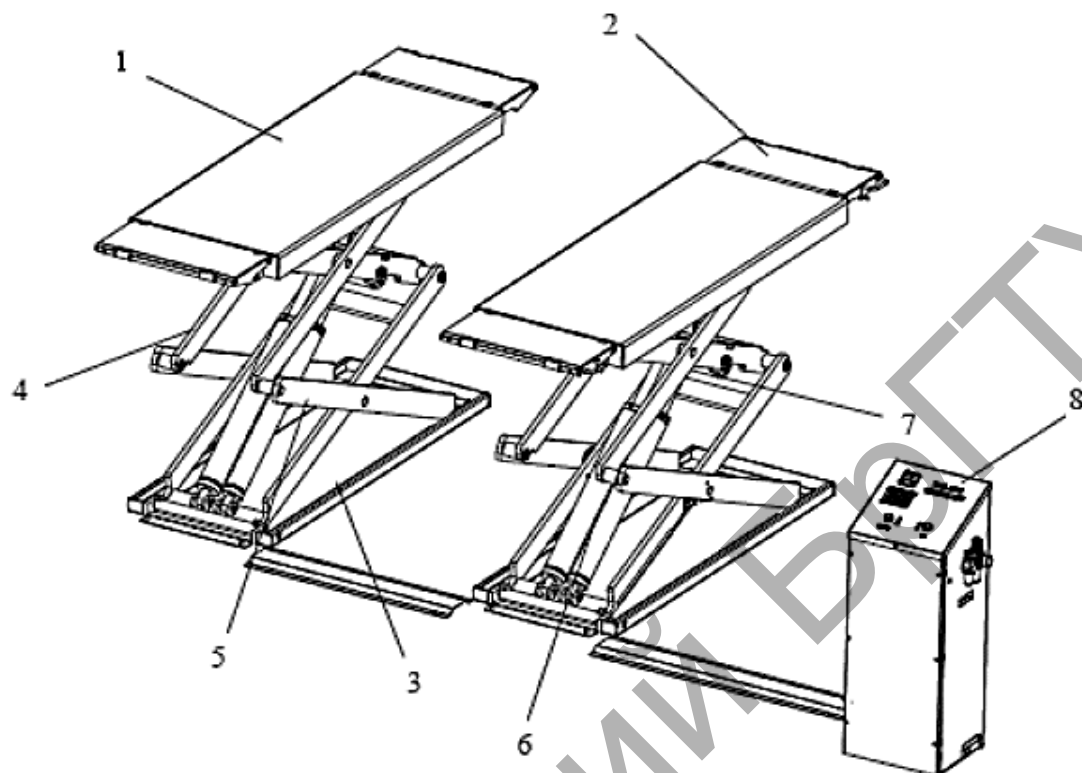
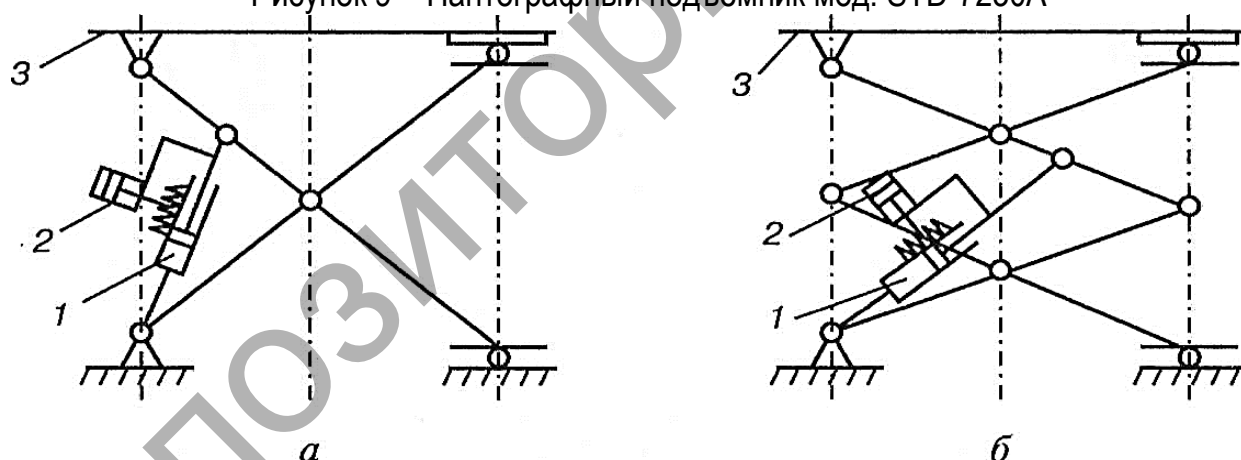


Рисунок 9 – Пантографный подъемник мод. STD-7230А



1 — гидроцилиндр подъема; 2 — гидроцилиндр фиксатора; 3 — платформа);  
 а — простые ножницы — ножничные подъемники; б — сложные ножницы — пантографные подъемники

Рисунок 10 – Кинематические схемы ножничных и пантографных подъемников

**Электрогидравлический привод ножничных и пантографных подъемников** выполнен по разнесенной схеме — насосная станция и аппаратура управления собраны в отдельно стоящий блок, а гидроцилиндры подъема являются неотъемлемой частью конструкции подъемников. Такое решение позволяет минимизировать габариты оборудования, даже подъемники напольного исполнения в сложенном положении по высоте не превышают 240 мм. При использовании въездных трапов установка автомобиля на такой подъемник не вызывает особых затруднений.

**Синхронизация движения платформ подъемников** может быть *механической* за счет жесткой связи между одноименными рычагами правой и левой платформ, либо *по гидравлической схеме*, когда между механизмами подъема двух платформ нет механической связи. В последнем случае электронная система отслеживает величины выдвигания штоков правого и левого гидроцилиндров и в случае их неравенства посылает корректирующий сигнал в гидропривод на увеличение подачи масла в отстающий цилиндр.

**Механизмы безопасности в ножничных и пантографных подъемниках** включены в гидравлическую и кинематическую схемы (см. рис.10).

**Типовое конструктивное решение механической системы безопасности**, имеющейся на каждом гидроцилиндре, показано на рис. 11. На боковых сторонах корпуса гидроцилиндра имеются приливы с зубчатыми планками в виде храповика. Со штоком гидроцилиндра шарнирно связана страховочная штанга, имеющая на конце вилку с зубчатой собачкой. При выдвигении штока зубчатая собачка перескакивает по храповой планке.

При потере давления масла в гидроцилиндре шток самопроизвольно не сможет задвигаться в цилиндр, так как этому будет препятствовать страховочная штанга, собачка которой уперта в один из зубьев храповика. Платформы подъемника останутся в том положении, в котором они находились до момента потери давления масла в гидроцилиндре.

Для опускания платформ при нормальной работе подъемника в страховочной системе предусмотрен гидроцилиндр разъединения собачки и храповой планки.

При нажатии кнопки «вниз» гидроцилиндр 1 (см. рис. 10) сначала чуть приподнимает платформы, чтобы снять нагрузку с собачки. Затем срабатывает малый гидроцилиндр 2 и отжимает страховочную штангу от силового гидроцилиндра, выводя тем самым собачку из зацепления, а уж потом под действием веса платформ и при открытой магистрали на слив масла в маслобак шток силового гидроцилиндра начинает перемещаться внутрь корпуса.

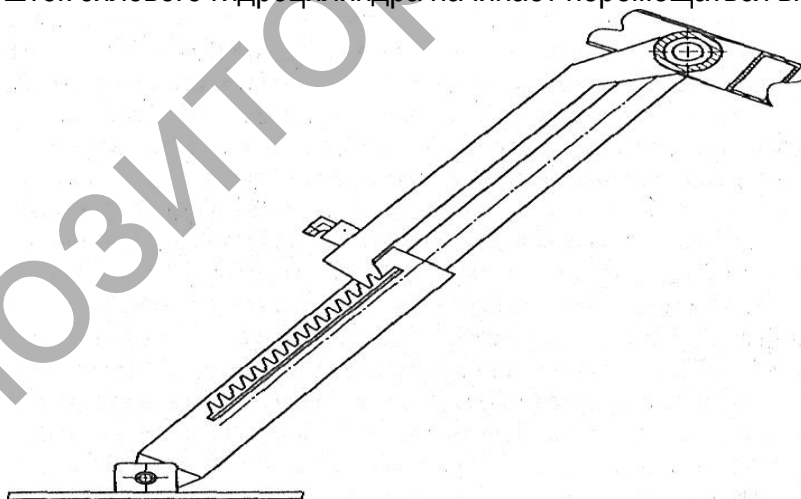


Рисунок 11 – Предохранительное устройство храпового типа с приводом от гидроцилиндра вывода из зацепления собачки

### **Задание**

Выполните проектирование привода электрогидравлического подъемника. Исходные данные приведены в таблице А.1 приложения.

### **Содержание отчета**

Тема, исходные данные, расчет привода подъемника с необходимыми рисунками (расчетные схемы, гидравлические схемы (рис. 5, 12, 13, 14, 17, 18 в зависимости от ти-

па подъемника), таблицами, ответы на контрольные вопросы. Расчеты оформляется следующим образом: записывается название выполняемого расчета, приводится формула, дается ее расшифровка, далее приводится формула с подставленными числовыми значениями и результат расчета с указанием единиц измерения.

### Порядок расчета

#### 1 Исходные данные на проектирование

Исходные данные на проектирование гидропривода приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

Наименование параметра	Значение
Вариант	
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	
Размеры подъемника, мм	
	$2L$
	$a$
	$b$
	$l_3$

Расчет привода подъемника проводим с использованием методик, изложенных в [1, 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

$$Q_2 = G_A \cdot K \quad (1)$$

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

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

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

Расчетная схема четырехстоечного подъемника представлена на рис. 12.

Составляем расчетную схему ножничного подъемника (см. рис. 13), при этом считаем, что общая длина рычага ножничного подъемника равна  $2L$ . Для определения величины толкающего усилия гидроцилиндра  $Q_1$  необходимо определить углы  $\alpha$  и  $\beta$  в нижнем (исходном) положении подъемника. Размеры подъемника  $L$ ,  $a$ ,  $b$  указаны в исходных данных (или определяются по чертежу прототипа при выполнении курсовой работы).

Величина угла  $\alpha$  определяется из соотношения

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

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

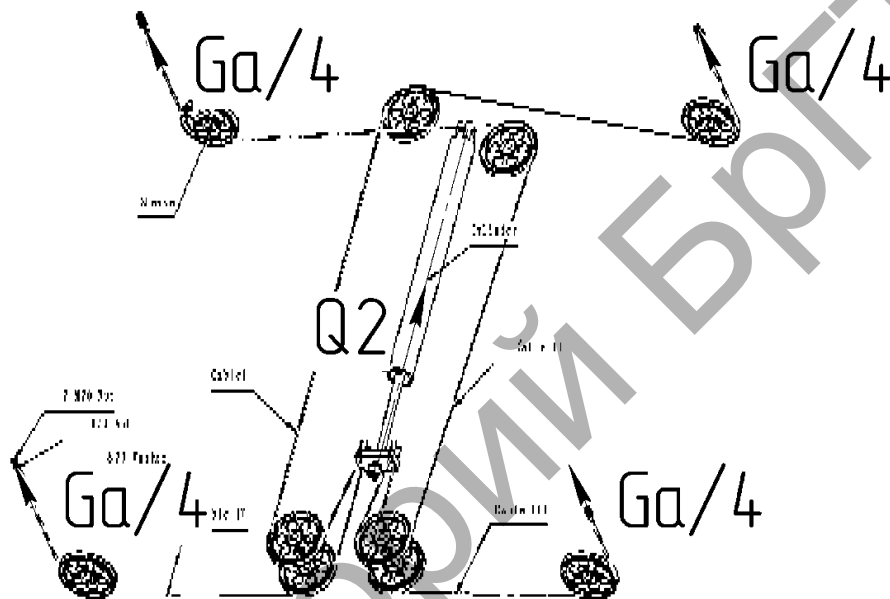


Рисунок 12 – Расчетная схема четырехстоечного платформенного электрогидравлического подъемника ( $Q_2$  – тянущее усилие гидроцилиндра)

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  $\beta$  используем теорему синусов

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

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

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

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

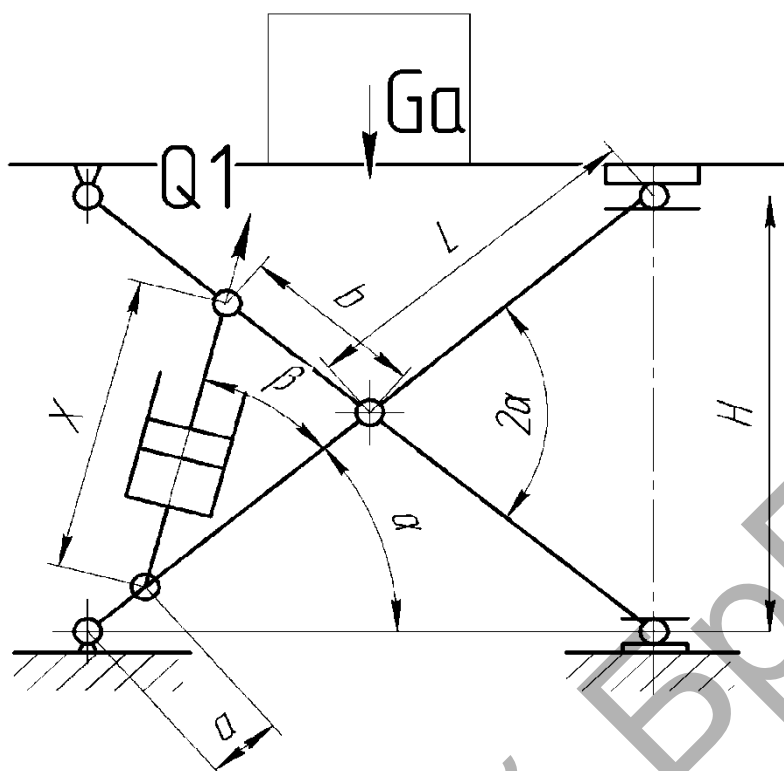


Рисунок 13 – Расчетная схема ножничного подъемника

С учетом КПД рычажного механизма и неравномерности распределения нагрузки между платформами получаем:

$$Q_1 = \frac{G_A \cdot K_P}{Z_{Ц} \cdot \eta_{П} \cdot \sin(\alpha + \beta)}, \quad (2)$$

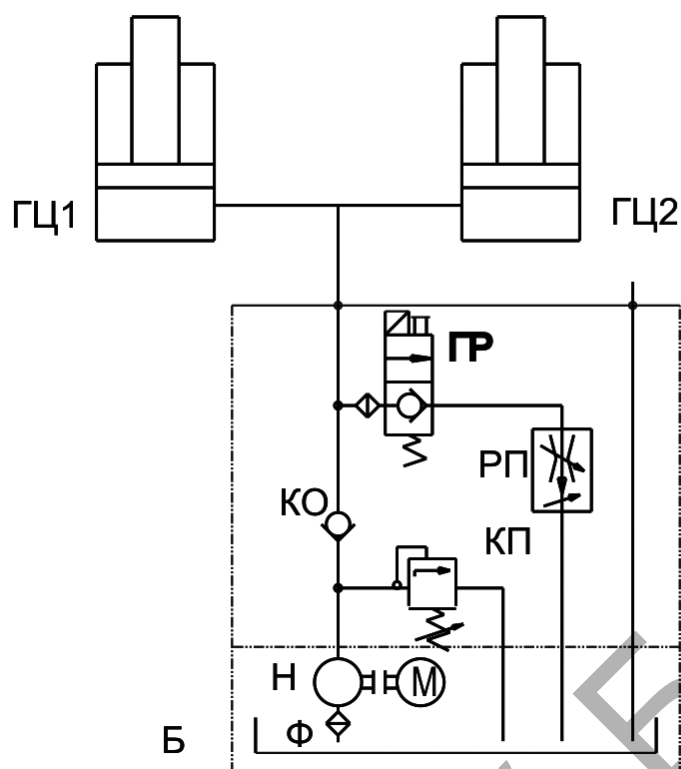
где  $K_P$  – коэффициент неравномерности распределения веса по платформам ( $K_P = 1,1 \dots 1,3$ );  $Z_{Ц}$  – число цилиндров;  $\eta_{П} = 0,85$  – КПД рычажного механизма;  $(\alpha + \beta)$  – угол наклона оси гидроцилиндра к горизонтальной плоскости в нижнем положении, при этом  $H = H_{MIN}$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

### 3 Составляем гидравлическую схему подъемника и выполняем ее описание

Гидравлическая схема четырехстоечного платформенного электрогидравлического подъемника приведена на рис. 5, а ножничного подъемника – на рис. 14.

Подача масла в гидроцилиндр осуществляется с помощью мини-гидростанции НС, гидравлическая схема которой представлена на рис. 14. 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 гидравлические масла классов вязкости 32 (при низких внешних температурах) и 46 (при высоких внешних температурах) по ISO 3448.





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

Рисунок 14 – Схема гидравлическая принципиальная подъемника ножничного

#### 4 Определение размеров гидроцилиндра

##### 1 Определяем диаметр гидроцилиндра.

Пример гидроцилиндра приведен на рис. 15 [1].

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

$$D_{ТР} = \sqrt{\frac{4Q_1}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (3)$$

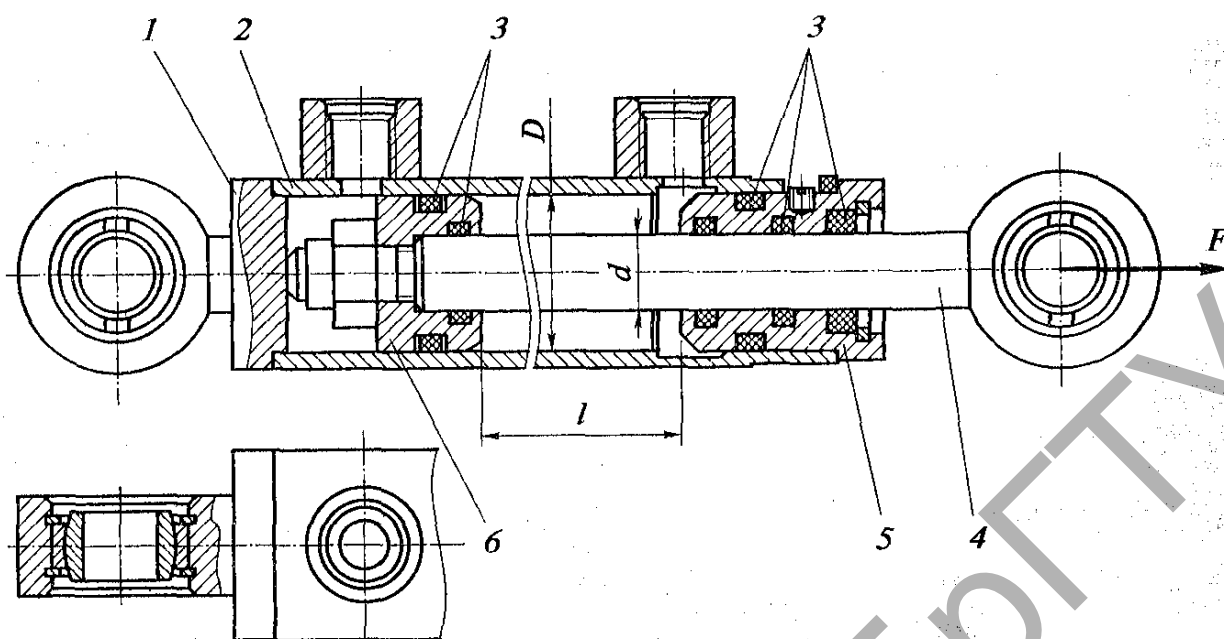
где  $D_{ТР}$  — диаметр цилиндра, мм;  $p$  — давление жидкости в гидросистеме, МПа;  $\eta$  — механический КПД гидроцилиндра ( $\eta = 0,85 \dots 0,97$ ; для большего диаметра гидроцилиндра КПД выше);  $Q_1$  - толкающее усилие гидроцилиндра, Н.

По таблице А.2 принимаем ближайший больший стандартный диаметр гидроцилиндра  $D$ .

Далее определяем диаметр штока  $d_{ТР}$  исходя из следующих рекомендаций (см. табл. 2).

Таблица 2 – Рекомендуемые соотношения диаметров штока  $d$  и гидроцилиндра  $D$  в зависимости от давления масла  $p$  в гидросистеме [1]

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



1 – задняя крышка, 2 – гильза (корпус), 3 – уплотнение, 4 – шток, 5 – передняя крышка, 6 – поршень, F – сила на штоке, l – ход поршня

Рисунок 15 – Схема гидроцилиндра мод. Ц40х200-3 двухстороннего действия с односторонним штоком

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

Далее по таблице А.2 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  $D_{\text{ТР}}$  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

$$D_{\text{ТР}} = \sqrt{\frac{4Q_2}{\pi \cdot (1 - \beta^2) \cdot p \cdot \eta}}. \quad (4.6)$$

Далее по таблице А.2 принимаем ближайший больший стандартный диаметр гидроцилиндра D, определяем диаметр штока d, как было описано выше.

2 Определяем толщину доньшка гидроцилиндра.

Для плоского доньшка

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

где  $[\sigma_p] = 100 \dots 120$  МПа – допускаемое напряжение на растяжение для углеродистой стали (например, сталь 45 по ГОСТ 1050-2013, см. табл. А.3) или  $[\sigma_p] = 150 \dots 180$  МПа – допускаемое напряжение на растяжение для легированной стали (например, сталь 40X по ГОСТ 4543-2016, см. табл. А.3).

Окончательно за толщину доньшка  $b$  принимаем ближайшее большее значение по ряду нормальных линейных размеров по табл. А.4.

3 Определяем толщину стенки гидроцилиндра, мм:

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

Окончательно за толщину стенки гидроцилиндра  $s$  принимаем ближайшее большее значение по ряду нормальных линейных размеров по табл. А.4.

4 Выполняем расчет гидроцилиндра на прочность

Для этого находим напряжение растяжения на внутренней поверхности стенки цилиндра  $\sigma_p$ , МПа, по формуле

$$\sigma_p = \frac{1,3 \cdot D_{\text{НАР}}^2 + 0,4D^2}{(D_{\text{НАР}}^2 - D^2) \cdot 10^2} \cdot p \leq [\sigma_p],$$

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

**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

$$Q_1 = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4} \geq Q_{\text{ТР1}}.$$

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

$$Q_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4} \geq Q_{\text{ТР2}}.$$

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

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

**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  $L_{\text{ПОРШ}}$  гидроцилиндра равна величине подъема платформ

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

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

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

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

где  $X_{\text{МАХ}}$  – длина гидроцилиндра с выдвинутым штоком, мм, при поднятой платформе;  $X_{\text{МИН}}$  – длина гидроцилиндра со втянутым штоком, мм, при опущенной платформе (см. рис. 12).

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

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

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

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

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

### 7 Определение требуемых характеристик мини-гидростанции (насоса): мощности, подачи, выбор мини-гидростанции (насоса)

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

$$v = \frac{L_{ПОРШ}}{1000 \cdot t}$$

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

$$t = \frac{L_{ПОРШ}}{1000 \cdot v}$$

В формулах ход поршня  $L_{ПОРШ}$  - в мм; скорость рабочего хода  $v$  - в м/с, время  $t$  - в с.

Мощность  $N_{ТР}$ , кВт, подводимая к гидроцилиндру, определяется

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

где  $Q$  – фактическая сила на штоке гидроцилиндра во время рабочего хода ( $Q_1$  для толкающего усилия для ножничного подъемника,  $Q_2$  для тянущего усилия для четырехстоечного платформенного подъемника), Н;  $v$  – скорость перемещения поршня при рабочем ходе, м/с;  $\eta_{ГЦ}$  – общий КПД гидроцилиндра (см. табл. 3)

Таблица 3 – Значения КПД гидравлических устройств [1]

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

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

Если одновременно работает  $n$  гидроцилиндров, то

$$N_{\Sigma} = n \cdot N_{ТР}$$

При расчете мощности насоса  $N_H$ , кВт, необходимо учесть возможные потери давления и расхода в гидравлической системе

$$N_H = N_{\Sigma} \cdot K_{ЗУ} \cdot K_{ЗС}$$

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

Требуемая производительность насоса (подача насоса)  $V_H$ , л/мин., определяется

$$V_H = \frac{60 \cdot N_H}{p_H}$$

где  $N_H$  – мощность насоса, кВт;  $p_H$  – давление, создаваемое насосом (указано в исходных данных), МПа.

Далее по известному значению  $p_H$  и  $V_H$  выбирают мини-гидростанцию или насос. После выбора насоса приводят его технические характеристики: обозначение, развиваемые подача, давление, КПД, частота вращения вала насоса, мощность, указывается источник данных о насосе, определяются фактические скорость движения поршня, время рабочего хода. В практической работе выбор насоса не выполняется.

### 8 Определение фактической скорости и времени подъема платформ

Определяем площадь поршня  $F_1$  и площадь штоковой полости  $F_2$  (в  $\text{см}^2$ ):

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

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

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,  $\text{см}^2$ . Из данной формулы получаем, что фактическая скорость движения поршня за рабочий ход  $v_{\text{ФАКТ}}$ , м/с, будет равна

$$v_{\text{ФАКТ}} = \frac{V_H}{6 \cdot n \cdot F_i},$$

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

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

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

### 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.;  $\omega$  – скорость движения масла в трубопроводе, м/с, принимается по таблице 4.

Таблица 4 – Зависимость скорости движения масла в трубопроводе от давления [2]

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

Далее по таблице А.5 принимаем ближайший больший условный проход, а затем по таблице А.6 выбираем требуемый резиновый рукав высокого давления с металлическими оплетками, исходя из условного прохода и статического давления, выбранные данные записываем в виде таблицы 5.

Таблица 5 – 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

### 10 Расчет наиболее нагруженного элемента конструкции

Наиболее нагруженными элементами конструкции подъемника, как правило, являются: резьба на штоке гидроцилиндра (см. рис. 15), резьба на гильзе гидроцилиндра (в случае наличия, может выполняться внутри или снаружи гильзы), а также оси, которые соединяют шток гидроцилиндра и гильзу гидроцилиндра с рычагом (для ножничных подъемников) (см. рис. 13).

1 Выбираем материал для штока гидроцилиндра и оси по таблице А.3, 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;  $\alpha$  – 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.

При выборе шага резьбы, а затем и номинального диаметра нужно использовать таблицы А.7 (диаметры и шаги метрической резьбы) и А.8 (применяемости присоединительных резьб для диаметров штоков). Длина нарезаемой части резьбы равна  $1,5d_{НОМ}$  (см. рис. 16).

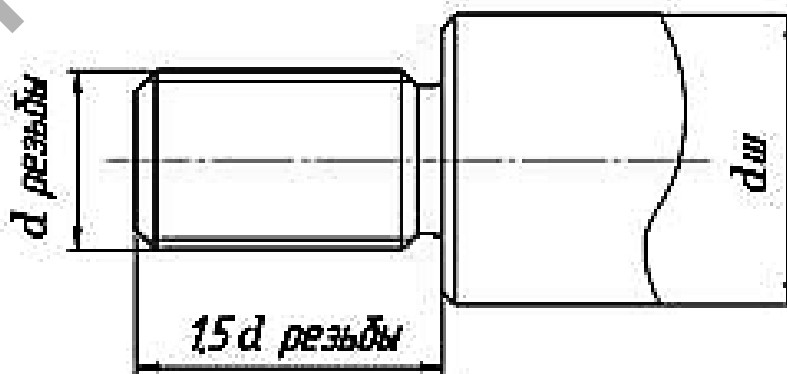


Рисунок 16 – Длина нарезаемой резьбы ( $d_{ш}$  – диаметр штока)

По ГОСТ 8724-2002 (ИСО 261-98) Межгосударственный стандарт. «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги» (см. табл. А.7) 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 диаметр осей, которые соединяют шток гидроцилиндра и гильзу гидроцилиндра с рычагом, из условия обеспечения прочности при работе на срез и смятие. Расчет выполняется для ножничного подъемника.

Составляем расчетную схему (см. рисунок 17).

Выполняем проектный расчет. Условие прочности для стержня, установленного без зазора, по напряжениям среза  $\tau$ , 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.

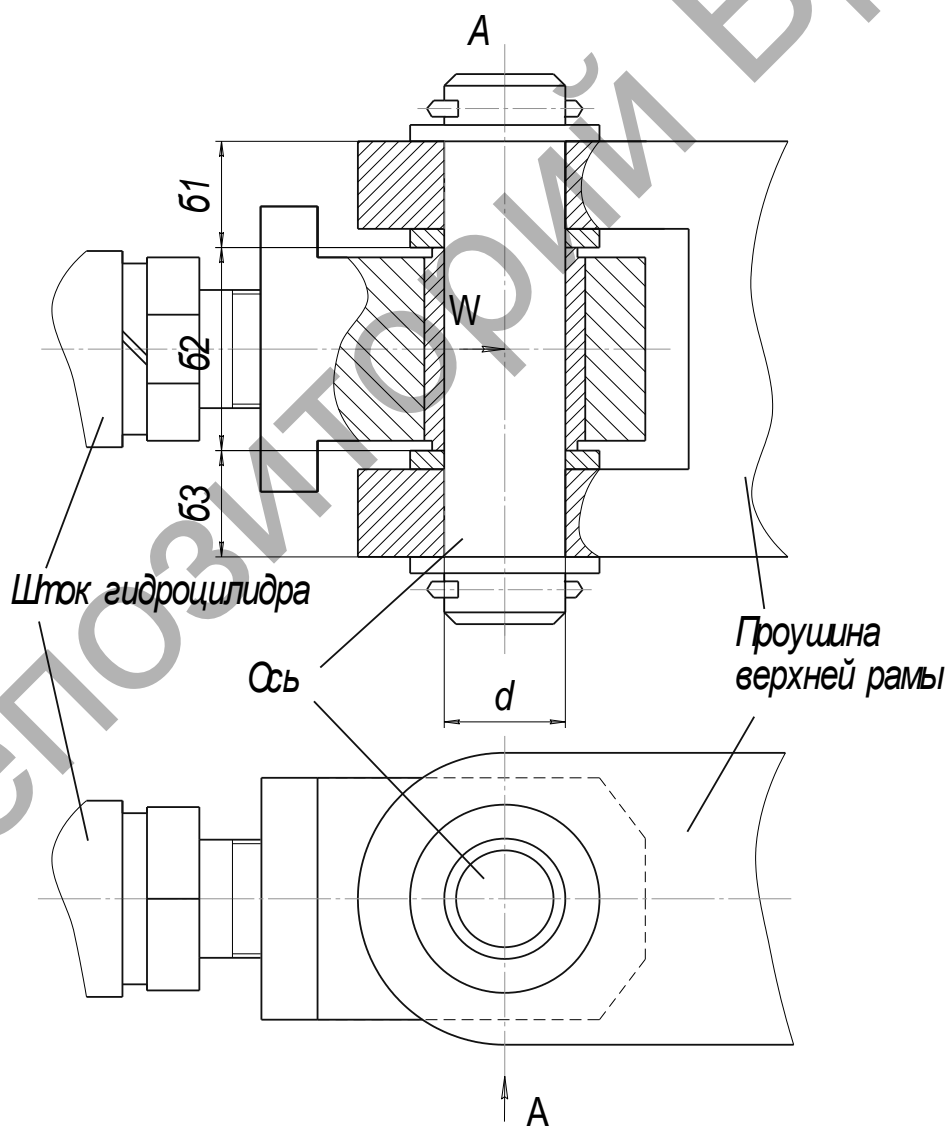


Рисунок 17 – Расчетная схема для расчета оси на срез и смятие

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.4). 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  $\delta_1, \delta_2$  – длина контактирующей поверхности (см. рисунок 14) ( $\delta_1 = \delta_3$ ), 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.

## 11 Расчет фундаментных болтов

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

Для определения сил, действующих на фундаментные болты, используем расчетную схему, изображенную на рис. 18. 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, расположенные 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

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



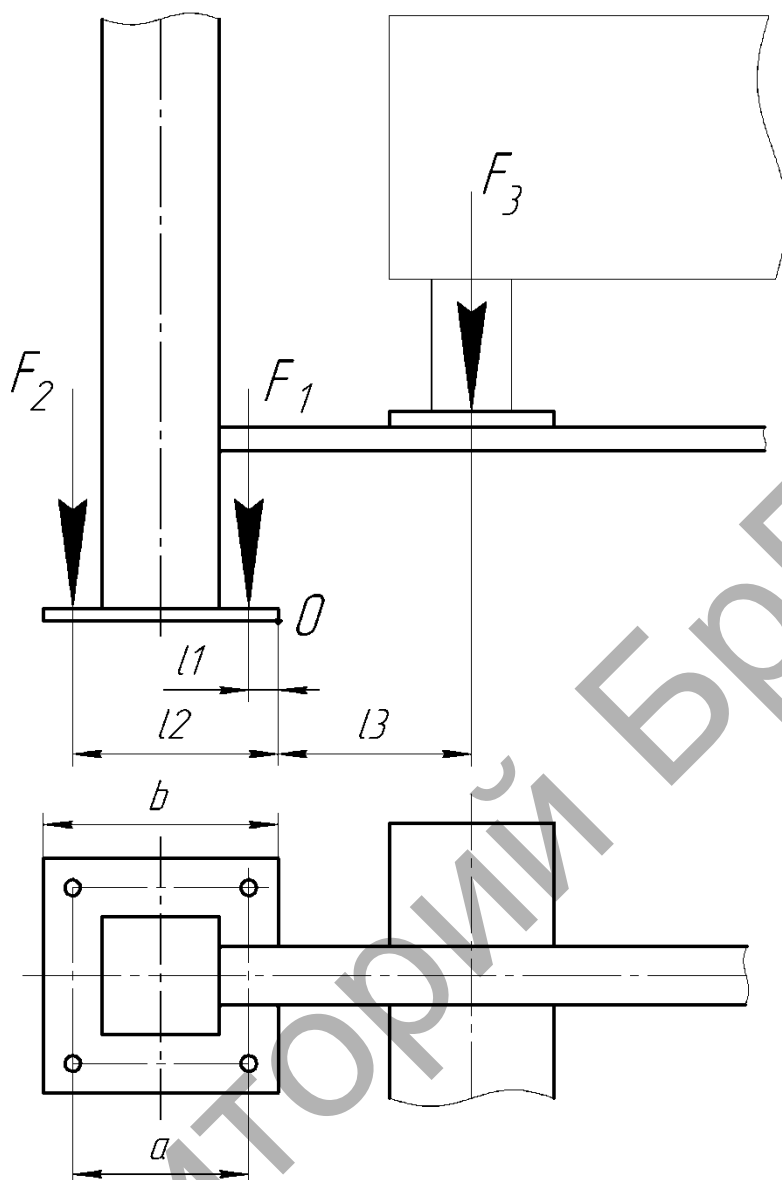


Рисунок 18 – Расчетная схема для расчета фундаментных болтов

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.3, 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 [4]

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

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

где  $K_{\text{ЗАТ}}$  – коэффициент запаса затяжки,  $K_{\text{ЗАТ}} = 1,25 \dots 2$ ;  $\chi$  – 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.7).

Далее по ГОСТ 8724-2002 (ИСО 261-98) Межгосударственный стандарт. «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги» (см. табл. А.7) принимаем ближайший номинальный диаметр резьбы  $d$ , записываем ее обозначение, шаг.

### **Контрольные вопросы**

Ответы на контрольные вопросы готовятся самостоятельно по [1, 2, 3] или другим источникам.

1. Назовите основные узлы, которые входят в состав гидропривода и гидростанции.
2. Назовите основные преимущества и недостатки гидропривода.
3. Назовите основные виды гидроцилиндров.
4. Как осуществляется регулирование скорости движения гидропривода? В чем заключается принцип дроссельного регулирования?
5. Какие рабочие жидкости используются в гидроприводе? Приведите примеры с указанием обозначения и стандарта.
6. В чем отличие конструкции ножничных и пантографных подъемников? Поясните с помощью кинематической схемы (нужен рис. 10 с пояснениями).
7. Опишите устройство и принцип работы типового конструктивного решения механической системы безопасности ножничных подъемников.

### **Список используемых источников**

1. Бондаренко, Б.В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е.В. Бондаренко, Р.С. Фаскиев. – Москва: Издательский центр «Академия», 2015. – 304 с.
2. Антонюк, В.Е. Конструктору станочных приспособлений: справ. пособие. – Минск: Беларусь, 1991. – 400 с.
3. Вильнер, Я.М. Справочное пособие по гидравлическе, гидромашинам и гидроприводам / Я.М. Вильнер, Я.Т. Ковалев, Б.Б. Некрсов; под ред. Б.Б. Некрсова. – Москва: Высш. шк., 1976. – 416 с.
4. Иванов, М.Н. Детали машин: учебник для вузов / М.Н. Иванов, В.А. Финогенов. – 13-е изд. – Москва: Высш. шк., 2010. – 408 с.
5. Типаж и техническая эксплуатация оборудования предприятий автосервиса: учебное пособие / В.А. Першин [и др.]. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 413 с.

## Приложение А

(справочное)

Таблица А.1 – Исходные данные для расчета электрогидравлического подъемника

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Тип	Ножничный											
$m_{АВТ}$ , Т	4	4,5	3	4,5	2,7	3	2,6	4,5	4,5	4,2	4,2	5
$H_{МАХ}$ , мм	1700	1850	1152	2100	1365	1300	1320	2160	1860	1850	1805	2140
$H_{МИН}$ , мм	290	330	118	240	150	150	170	200	280	240	240	330
$Z_{Ц}$	2											
$t$ , с		50	35	40	30		51	60				55
$v$ , м/с	0,028					0,033			0,032	0,04	0,045	
$p_H$ , МПа	16	16	12,5	20	12,5	12,5	16	20	16	16	20	20
$m_{подъемн}$ , Т	2	2	0,6	1	0,45	0,6	0,6	1,97	2	1,45	1,84	1,5
$2L$ , мм	2892	2765	2008	3573	2268	2266	2361	3766	3164	3074	3147	3827
$a$ , мм	275	263	191	339	215	215	224	358	301	292	299	364
$b$ , мм	347	332	241	429	272	272	283	452	380	369	378	459

Вар.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Тип	Четырехстоечный платформенный											
$m_{АВТ}$ , Т	4,1	5	4,2	4,25	4	5,2	5,25	4,5	4	5,5	4,5	3,5
$H_{МАХ}$ , мм	1920	1940	1650	1700	1750	1650	1655	1800	1965	1850	1875	1950
$H_{МИН}$ , мм	240	230	164	190	245	175	180	230	210	220	230	175
$Z_{Ц}$	1											
$t$ , с		4	3	5	6	6			3	5		5
	40	5	5	0	0	5			5	1		0
$v$ , м/с							0,025	0,035			0,03	
$p_H$ , МПа	16	20	16	20	16	20	16	16	20	20	16	12,5
$m_{подъемн}$ , Т	1	1,1	1,2	0,95	1,1	1,1	1,2	1,25	1	1,74	1,7	1,1
$a$ , мм	280	300	290	300	290	300	300	280	290	310	300	300
$b$ , мм	230	240	230	230	230	240	240	230	235	250	240	235
$l_3$ , мм	650	600	550	600	650	500	550	600	650	600	500	650

Таблица А.2 - Основные параметры гидроцилиндров по ГОСТ 6540-68 Гидроцилиндры и пневмоцилиндры. Ряды основных параметров

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) $L_{ПОРШ}$ (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.3 – Допускаемые напряжения материалов, применяемых для изготовления резьбовых изделий [2]

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
40X	Улучшение	170...190	-	-
40X	Закалка	280... 300	-	-

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

Таблица А.4 - Нормальные линейные размеры по ГОСТ 6636–69, мм

Ряд Ra40									
...	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.5 – Условные проходы гидравлических и пневматических систем по ГОСТ 16516-80 «Гидроприводы объемные, пневмоприводы и смазочные системы. Условные проходы»

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.6 – Рукава резиновые высокого давления с металлическими оплетками [2]

Диаметр рукава, мм		Тип, количество оп- леток	Давление, МПа	
внутренний	наружный		в статике	в динамике
4	14,5	I, одна	20	12
6	16,5		19	11,5
6	19	II, две	28	17
8	21		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.7 – Ряды номинальных диаметров и шаги метрической резьбы (ГОСТ 8724 – 81)

Размеры, мм

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

Номинальный диаметр d	Шаг P	
	крупный	мелкий
320; 360; 400	—	6; 4
450; 500; 550; 600	—	6

Таблица А.8 – 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

Репозиторий БРГТУ

Репозиторий БРГТУ



Учебное издание

Составители: Монтик Сергей Владимирович  
Акулич Ярослав Антонович

**ПОДЪЁМНИК ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ:  
КОНСТРУКЦИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РАСЧЕТ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
к лабораторным и практическим занятиям  
по дисциплине  
**«СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ АВТОСЕРВИСА»**  
для студентов специальности  
1 – 37 01 07 «Автосервис»

Ответственный за выпуск: Монтик С.В.  
Редактор: Боровикова Е.А.  
Компьютерная верстка: Романюк И.Н.  
Корректор: Никитчик Е.В.

---

Подписано к печати 11.10.2017 г. Бумага «Снегурочка». Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Гарнитура Arial Narrow. Усл. печ. л. 2,33. Уч. изд. л. 2,5.  
Заказ № . Тираж 40 экз. Отпечатано на ризографе Учреждения образования  
«Брестский государственный технический университет»  
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.