

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет**

Кафедра транспортно-технологических процессов и машин

ТИПАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов бакалавриата направления 23.03.03*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2020**

УДК 629.3.017 (073)

ТИПАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ: Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. *Ю.Н. Каууба*. СПб, 2020. 37 с.

Изложены основные темы теоретического курса «Типаж и эксплуатация технологического оборудования» и предложены упражнения для тренировки с целью закрепления пройденного материала.

Предназначены для студентов бакалавриата направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» по профилю «Автомобили и автомобильное хозяйство».

Научный редактор проф. *А.С. Афанасьев*

Рецензент *В.Н. Ложкин* (Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России)

© Санкт-Петербургский
горный университет, 2020

Введение

Дисциплина «Типаж и эксплуатация технологического оборудования» обеспечивает преемственность знаний предшествующих фундаментальных и общетехнических дисциплин: физики, теоретической механики, теории машин и механизмов, а также ряда специальных дисциплин, связанных с изучением конструкции автомобиля.

Основная задача дисциплины заключается в технико-экономическом обосновании целесообразности и эффективности использования различных приспособлений для оптимизации ремонта и технического обслуживания автомобилей.

Типаж — это экономически оптимальная по номенклатуре и техническим параметрам совокупность машин, составляющая типоразмерные ряды, в которых оборудование объединено общностью народнохозяйственного назначения.

Технологическое оборудование, в зависимости от целевого назначения, делится на две группы: общепромышленное оборудование и оборудование отраслевого.

Механизация и автоматизация ТО и ремонта автомобилей является одним из наиболее важных направлений повышения производительности труда. Механизация и автоматизация оказывает влияние на качество выполнения ТО и ремонта, позволяет решить задачу улучшения условий труда ремонтных рабочих и снизить число случаев производственных травм и профессиональных заболеваний у ремонтных рабочих.

Основой механизации является технологическое оборудование, предназначенное для ТО и ремонта автомобилей. Оно определяет технический уровень производства и степень совершенствования технологических процессов АТП и СТО.

Практические занятия предусматривают закрепление знаний полученных по следующим разделам курса:

- Типаж и эксплуатация оборудования для разборно-сборочных и контрольно-регулирующих работ.

- Типаж и эксплуатация оборудования для восстановления изношенных и поврежденных деталей.

- Типаж и эксплуатация оборудования для ремонта рам, кузовов и кабин автомобилей.

- Типаж и эксплуатация оборудования для диагностирования, приработки и испытания узлов, агрегатов и автомобилей.

В помощь изучающему курс предлагается воспользоваться литературой представленной в библиографическом списке.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

Устройство, регулировки, правила монтажа и технической эксплуатации подъемника

Цель занятия:

- изучить устройство и функционирование подъемника;
- ознакомление с правилами монтажа, регулировок и подготовки к работе подъемника;
- ознакомление с правилами эксплуатации и технического обслуживания подъемника.

2. :

- подъемник электромеханический четырехстоечный П-179;
- приспособления и инструменты.

3. Порядок проведения занятия

3.1 Устройство и принципы функционирования подъемника

Подъемник электромеханический (рис. 1) состоит из четырех стоек 3 и 4, на одной из которых установлен привод (планетарный мотор-редуктор), двух трапов 1 и 2, двух траверс 5 и 6.

Подъемник выполнен в напольном исполнении.

Трапы представляют собой сварные металлоконструкции из швеллеров и листового металла. В стационарном трапе 2 смонтирована цепная передача.

На одном конце трапа шарнирно на осях закреплены въездные трапы 7 для въезда автомобиля.

На другом конце трапа расположен вырез для установки поворотной площадки 8, применяемой для измерения углов поворота колес автомобиля.

Траверсы представляют собой сварные металлоконструкции коробчатого сечения, опирающиеся через опорные блоки на ходовые винты. На траверсах расположены светильники для

местного освещения при обслуживании автомобиля. Внутри траверс проходят приводные цепи подъемного механизма. Траверсы являются силовыми элементами, на которые опираются трапы. На траверсе 6 закреплен планетарный мотор-редуктор с ведущей звездочкой. Подвижные части защищены ограждением.

Стойки представляют собой также сварные металлоконструкции из швеллеров. Внутри стойки размещаются ходовые винты 9 (рис. 2) с опорными блоками 11, предохранительными гайками 12 и опорами 10.

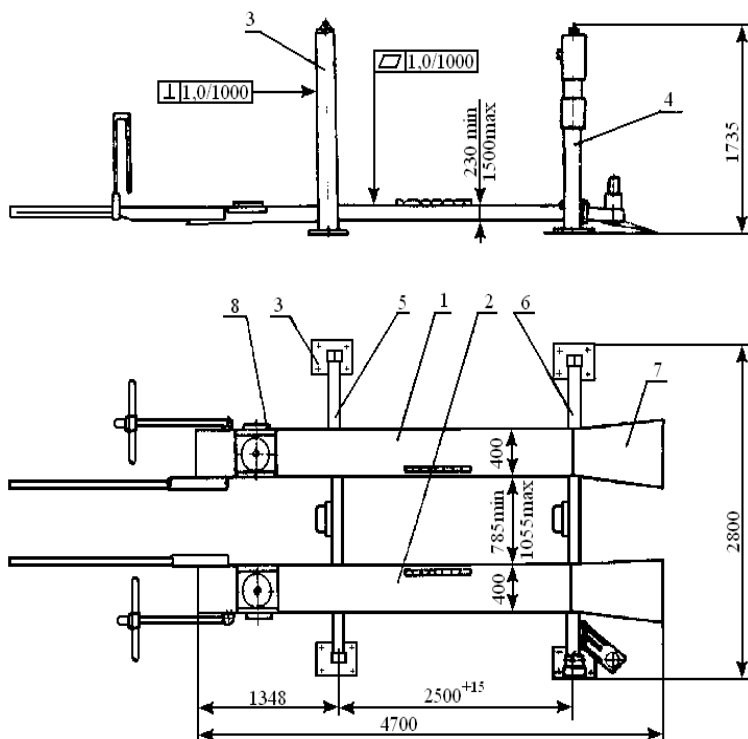


Рис. 1. Общий вид подъемника П-179

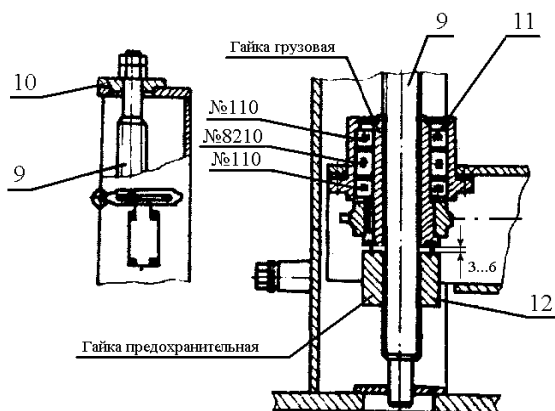


Рис. 2. Ходовой винт и опорный блок

Опорный блок с предохранительной гайкой служит для поддержания траверс с трапами, а также преобразования вращательного движения в поступательное движение траверс вверх-вниз. Предохранительная гайка предназначена для механической страховки в случае износа и повреждения резьбы грузовой гайки и позволяет опустить траверсы в крайнее нижнее положение. Перемещение траверс вверх и вниз в крайних положениях ограничивается конечными выключателями.

Управление подъемником осуществляется нажатием кнопок на пульте управления, расположенном на стойке 4. На боковой поверхности пульта установлен вводной выключатель, в пульте установлена защитная и пусковая аппаратура.

При нажатии кнопок «вверх» или «вниз» вращательное движение от ведущей звездочки 2 (рис. 3), установленной на входном валу мотор-редуктора 1, через систему отклоняющих звездочек 8 и натяжитель 3 передается на приводные звездочки 7, установленные на опорных блоках. Приводные звездочки жестко связаны с грузовыми гайками 4. Вращение гайки по ходовому винту 6 сообщает поступательное движение «вверх» или «вниз» траверсам, связанным жестко с опорным блоком.

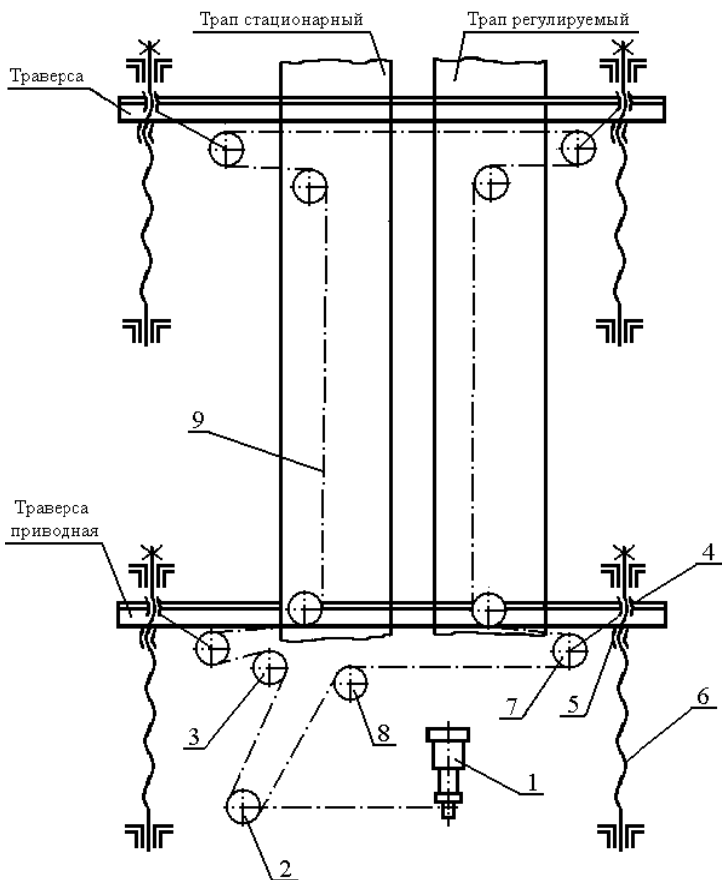


Рис. 3. Кинематическая схема подъемника

Приводная цепь 9 к стойкам проходит внутри трапов и внутри траверс.

3.2. Правила монтажа и регулировки подъемника

3.2.1. Подъемник устанавливается на предварительно подготовленный и выверенный по горизонтальности фундамент с установленными анкерными болтами.

3.2.2. Стойки устанавливаются на анкерные болты, выверяется межцентровое расстояние по осям отверстий, нижним и

верхним, равное $2500 \pm 1,5$ мм, выверяется перпендикулярность винтов с точностью до 0,4 мм относительно фундамента. Установка перпендикулярности может производиться стальными пластинами с последующей заливкой зазоров цементным раствором.

3.2.3. Сборка траверсы с ходовыми винтами

Сборка траверсы с ходовыми винтами производится в следующей последовательности:

обезжирить винты и резьбу гаек со снятием консервации;

смазать резьбу гаек смазкой ЦИАТИМ-203;

собрать ходовой винт с опорным блоком (выход винта из грузовой гайки должны быть 5...15 мм);

учитывая взаимное расположение начала заходов резьбы на винте и предохранительной гайке и взаимное расположение штифтов, собрать предохранительную гайку с ходовым винтом, таким образом, чтобы зазор между опорным блоком и предохранительной гайкой был в пределах 3...6 мм;

закрутить собранный узел на расстоянии (250 ± 5) мм от начала винта до предохранительной гайки;

установить прокладку между опорным блоком и траверсой;

аналогичные операции выполнить со вторым винтом;

разложить на чистом месте (желательно на деревянных прокладках) два грузовых винта на расстоянии (2500 ± 20) мм;

установить цепь внутри траверсы;

завести траверсу и цепь на ходовые винты;

установить траверсу на опорный блок, совместить отверстия для крепления траверсы с опорным блоком;

закрутить болты М10х25 с шайбами таким образом, чтобы длинный свободный конец ходового винта с незначительным усилием мог отклоняться на расстояние 50...100 мм;

аналогично собрать вторую пару ходовых винтов с траверсой.

Расстояние от начала ходового винта до предохранительной гайки должно быть равным на всех винтах с минимальным отклонением размеров, для обеспечения горизонтальности поверхности траверсы после сборки.

3.2.4. Сборка траверс, в сборе с ходовыми винтами, со стойками производится в следующей последовательности:

смазать резьбу ходовых винтов смазкой ЦИАТИМ-203;

застропить за траверсу и, придерживая с 2^х сторон винты, поднять краном или другим подъемным механизмом собранный узел. При этом нижние концы ходовых винтов могут незначительно оторваться от уровня пола;

поочередно завести верхние концы ходовых винтов в верхние отверстия плит опорных стоек, движение снизу вверх;

ввести нижние концы винтов в пазы между планками;

установить опоры и закрепить гайки;

закрутить болты М 10х25;

аналогично установить другую траверсу в стойке.

3.2.5. Установить и закрепить трапы

Для изменения расстояния между трапами необходимо:

ослабить болты крепления М 12х25 регулируемого трапа 1 (рис. 1) к траверсам;

передвинуть трап на необходимое расстояние;

закрутить болты М 12х25.

3.2.6. Установить цепь и смазать смазкой ЦИАТИМ-203.

Рабочее натяжение цепи обеспечить поворотом натяжителя с моментом 120 Нм

3.2.7. Установить и закрепить на траверсах светильники;

3.2.8. Выполнить электропроводку согласно монтажной схеме;

3.2.9. Выполнить заземление подъемника в указанном месте на стойке.

3.2.10. Подвести электропитание

3.3. Кратковременным нажатием кнопок «вверх» и «вниз» на пульте управления, убедиться в соответствии направления движения.

3.3.2. Движением трапов вверх и вниз проверить работу конечных выключателей, которые должны срабатывать в крайних положениях так, чтобы опорный блок и предохранительная гайка не доходили до втулок не менее чем на 20 мм. При необходимости выполнить регулировку.

3.3.3. Произвести несколько подъемов и опусканий вхолостую

Убедиться в правильности натяжения цепи, в плавности подъема и опускания, отсутствия изгиба винтов. При необходимости выполнить подтяжку цепи и проверить правильность установки и сборки стоек.

3.3.4. Произвести статические испытания подъемника под общей нагрузкой $P_1=31,25$ кН в течение 10 мин при поднятии груза на высоту 350...450 мм от уровня пола.

3.3.5. Произвести динамические испытания путем двукратного подъема на максимальную высоту груза $P_2=27,5$ кН.

Контроль испытаний визуальный.

3.4. Общие правила работы на подъемнике

3.4.1. Перед подъемом автомобиля проверить работу подъемника и срабатывание конечных выключателей.

3.4.2. Установить автомобиль на подъемник таким образом, чтобы передние колеса находились как можно ближе к центрам поворотных площадок.

3.4.3. Заглушить двигатель автомобиля и подложить под колеса автомобиля стояночные башмаки.

3.4.4. Проверить отсутствие в салоне автомобиля людей.

3.4.5. Нажатием на пульте соответствующих кнопок произвести подъем (опускание) автомобиля на необходимую высоту.

3.4.6. Свести автомобиль с подъемника.

3.5. Техническое обслуживание подъемника

3.5.1. Ежедневно производить внешний осмотр подъемника и проверять четкую и правильную работу конечных выключателей.

3.5.2. Не реже одного раза в месяц производить проверку и подтяжку всех резьбовых соединений подъемника.

3.5.3. Ежегодно проводить статические и динамические испытания подъемника согласно п.п. 3.3.4. и 3.3.5. Результаты испытаний и дату записывать в журнал учета.

3.5.4. Смазку грузовых винтов, цепей, трущихся поверхностей, заполнение смазкой подшипниковых узлов опорного блока производить согласно срокам ППР.

3.5.5. Занести в журнал учета фактические зазоры между предохранительными и грузовыми гайками опорного блока. При уменьшении зазора от фактического более чем на 0,8 мм необходимо заменить грузовую гайку.

3.5.6. Техническое обслуживание и эксплуатация электрооборудования подъемника должны производиться в соответствии с требованиями «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил техники безопасности электроустановок потребителей».

3.5.7. Осмотр и ремонт должны производиться при отключенной электрической сети.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2 Устройство и расчет компрессора

Цель занятия:

- изучить устройство гаражного компрессора и принцип его действия;
- произвести расчет показателей работы гаражного компрессора.

2. Порядок проведения занятия

2.1. Устройство и принципы функционирования компрессора
Компрессор СБ4/С-50.ЛН20 – воздушный, поршневого типа, с ременным приводом от электродвигателя.

Компрессор (рис.4) состоит из следующих основных сборочных единиц и деталей: блока поршневого ЛН20, ресивера 1, платформы 2, электродвигателя 3 со шкивом 4, клинового ремня 5, защитного ограждения 6, телепрессостата (прессостата) 7, манометра 8, воздухопровода сброса давления 9, нагнетательного воздухопровода 10, крана 11, клапана предохранительного 12, клапана обратного 13, крана слива конденсата 14, колес и амортизаторов 15.

Блок поршневой *LH20* – одноступенчатый, одноцилиндровый, с воздушным охлаждением - предназначен для выработки сжатого воздуха.

Смазка трущихся поверхностей деталей блока поршневого осуществляется разбрызгиванием масла. Заливка масла в картер производится через отверстие в картере блока поршневого *A*, слив масла – через отверстие у основания картера, закрытое пробкой *B*, *C* – маслоуказатель.

Ресивер 1 служит для сбора сжатого воздуха, устранения пульсации давления, отделения конденсата и масла; является также корпусом, на котором смонтированы узлы и детали компрессора; имеет штуцеры для установки телепрессостата (прессостата) 7, клапана обратного 13, крана слива конденсата 14, клапана предохранительного 12, а также кронштейны для установки платформы.

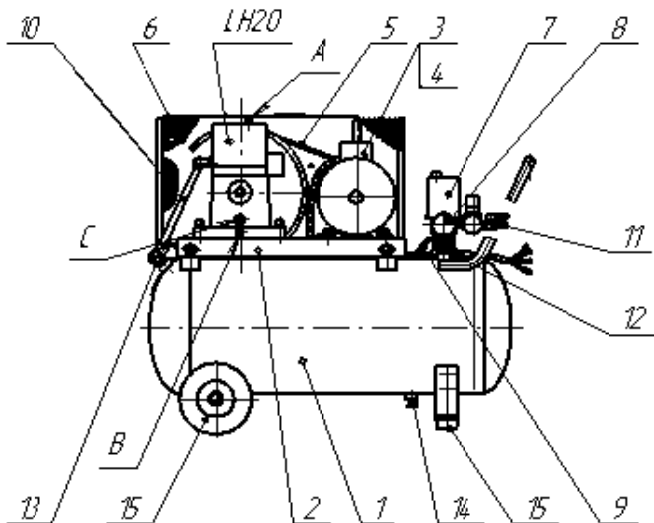


Рис. 4. Общий вид компрессора СБ-4/С-50.LH20, СБ4/С-50.LH20А

Платформа 2 предназначена для монтажа блока поршневого, двигателя, клиноременной передачи и защитного ограждения.

Электродвигатель 3 предназначен для привода блока поршневого. Телепрессостат (прессостат) 7 служит для обеспечения работы компрессора в автоматическом режиме, поддержания давления в ресивере.

Манометр 8 предназначен для контроля давления в ресивере.

Воздухопровод сброса давления 9 служит для сбрасывания сжатого воздуха из нагнетательного воздухопровода 10 после остановки блока поршневого с целью облегчения его последующего запуска.

Кран 11 с регулятором давления предназначен для подачи воздуха потребителю.

Клапан предохранительный 12 служит для ограничения максимального давления в ресивере и отрегулирован на давление открывания, превышающее давление нагнетания не более чем на 10 %.

Клапан обратный 13 обеспечивает подачу сжатого воздуха только в направлении от блока поршневого к ресиверу.

Кран слива конденсата 14 служит для удаления конденсата из ресивера.

2.2. Технические характеристики компрессора СБ-4

Технические характеристики компрессора СБ-4 представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики компрессора СБ-4

| | |
|---|------------|
| Количество ступеней сжатия | 1 |
| Число цилиндров блока поршневого | 1 |
| Заправочный объем масла, л | 0,72 |
| Расход масла в установившемся тепловом режиме | 0,03 |
| Производительность (по всасыванию), л/мин ($\text{м}^3/\text{ч}$) | 280 (16,8) |
| Максимальное давление сжатого воздуха, Мпа ($\text{кгс}/\text{см}^2$) | 1 (10) |
| Номинальная мощность двигателя, кВт | 2,2 |
| Номинальная частота вращения вала компрессора, мин^{-1} | 1320 |
| Вместимость ресивера, номинальная, л | 50 |

Продолжение табл. 1

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Ремень А 1180 мм | 1 |
| Габаритные размеры, мм, не более: | |
| Длина | 850 |
| Ширина | 400 |
| Высота | 770 |
| Присоединительный размер крана, дюйм | 1/4 |
| Масса НЕТТО, кг, не более | 66 |

3. Расчет основных параметров

3.1. Расчет воздухопотребления

- Определяются все потребители сжатого воздуха и их номинальный расход воздуха (G).

- Периодичность работы потребителей сжатого воздуха учитывается посредством коэффициента использования пневмооборудования ($K_{иi}$), полученного опытным путем и равного отношению длительности их работы к продолжительности смены.

$$G \left(\frac{\text{л}}{\text{мин}} \right) = G_1 \cdot K_{и1} + G_2 \cdot K_{и2} + \dots + G_i \cdot K_{иi},$$

$$K_{иi} = \frac{n}{C},$$

где n – количество часов работы прибора в день; C – количество часов в смене.

Расчет теоретической производительности компрессора (по входу):

$$Q_{\text{вх}} \left(\frac{\text{л}}{\text{мин}} \right) = G \cdot b,$$

где G – общий номинальный расход воздуха; b – коэффициент запаса производительности, зависящий от класса компрессора и максимального давления.

Коэффициент запаса производительности компрессора представлен в табл. 2.

Расчет реальной производительности компрессора (по выходу):

$$Q_{\text{вых}} = Q_{\text{вх}} - (30 \dots 40)\%.$$

Определение объема ресивера:

$$V(\text{л}) = G \cdot t \cdot \frac{K_{\text{пр}}}{60} \cdot DP,$$

где DP – диапазон регулировки давления в ресивере (минимальное значение – 2 бар); t – допустимое время (сек), за которое давление в ресивере падает от максимального до минимального (рекомендуется от 30 сек и более в зависимости от требований к пневмосети); $K_{\text{пр}}$ – коэффициент производительности компрессорной головки (для одноступенчатых – 0,65, для двухступенчатых – 0,75).

Таблица 2

Коэффициент запаса производительности компрессора (b)

| Класс компрессора | Максимальное давление, P_{max} (бар) | | |
|----------------------|---|-----|-----|
| | 10 | 8 | 6 |
| Полупрофессиональный | 1,7 | 1,6 | 1,5 |
| Профессиональный | 1,6 | 1,5 | 1,4 |
| Промышленный | 1,4 | 1,3 | 1,2 |

По результатам полученных расчетов необходимо представить выводы.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

Изучение структуры процесса ремонта технологического оборудования и разработка технологического процесса разборки на примере подъемника

Цель занятия:

- изучить структуру процесса ремонта технологического оборудования;
- разработать технологический процесс разборки подъемника.

2. Материальное обеспечение занятия:

- подъемник электромеханический 4-стоечный П-179;
- приспособления и инструменты;
- кран-балка или грузовая таль.

3. Порядок проведения занятия

3.1. Структура процесса ремонта технологического оборудования.

Изучить типовую структурную схему процесса ремонта на примере гаражного оборудования [1, 2].

3.2. Технологический процесс разборки электромеханической подъемника.

Разборка подъемника П-179 выполняется в следующей последовательности:

3.2.1. Обесточить силовую электрическую цепь.

3.2.2. Отсоединить цепь электрического питания. При необходимости выполнить демонтаж проводки светильнике и пуско-регулирующей аппаратуры.

3.2.3. Ослабить натяжитель цепи.

3.2.4. Демонтировать трапы.

3.2.5. Снять цепь.

3.2.6. Разборка соединения траверсы со стойками и с грузовыми винтами:

- застопорить траверсу;
- открутить крепление четырёх винтов М10х25 мм крепления траверсы к стойке;
- отвинтить четыре гайки М24 крепления опор грузовых винтов к стойке;

- снять две опоры;
- вывести нижние концы грузовых винтов из паза между планками;
- вывести поочередно верхние концы грузовых винтов из верхних отверстий или опорных стоек (движение сверху вниз).

Аналогично разбираем соединения второй траверсы со стойками.

3.2.7. Разборка соединения траверсы с грузовыми винтами:

- открутить окончательно четыре винта М10х25 мм;
- вывести из зацепления траверсу с опорным блоком;
- вывести траверсу (и цепь) из соединения с грузовым винтом;
- снять предохранительную гайку;
- снять и разобрать опорный блок.

Аналогично разобрать соединение другой траверсы с парой грузовых винтов.

3.2.8. Демонтаж стоек.

Отвинтить по четыре гайки М20 крепления каждой стойки к анкерным болтам фундамента.

При необходимости ремонта электрической части открутить 4 болта М16 и демонтировать со стойки мотор-редуктор в сборе.

3.3. Оформление отчета по практическому занятию.

Технологический процесс разборки подъемника П-179 занести в технологическую карту, табл. 3.

Таблица 3

Операционная карта разборки подъемника П-179

| Наименование операций | Эскиз | Приспособления и инструменты | Примечание |
|-----------------------|-------|------------------------------|------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4
Расчет элементов винтового съемника

Цель занятия:

- рассчитать и выполнить эскиз съемника для снятия напрессованных втулок.

В результате расчета определить:

- размер винта;
- высоту гайки;
- наружный диаметр гайки;
- длину рукоятки;
- размеры траверса и лап съемника.

Конструкцию съемника выбрать самостоятельно.

1. Параметры деталей съемника:

- материал винта – Сталь 45 ГОСТ 1050-88;
- резьба трапецеидальная Tr 14×3, однозаходная ГОСТ 24737-81 (СТ СЭВ 838-78);
- шаг $p = 3$;
- наружный диаметр винта $d = 14$ мм;
- средний диаметр $d_2 = 12,5$ мм;
- внутренний диаметр винта $d_1 = 10,5$ мм;
- наружный диаметр внутренней резьбы гайки $D_4 = 14,5$ мм;
- средний диаметр внутренней резьбы гайки $D_2 = 12,5$ мм;
- диаметр внутренней резьбы гайки $D_1 = 11,5$ мм.

2. Общие сведения:

Основное назначение передачи вид-гайка состоит в преобразовании вращательного движения в поступательное. Примером использования передачи могут служить механизмы в домкратах, сельскохозяйственных машинах, прессах, металлорежущих станках, грузоподъемных механизмах.

Передачи винт - гайка бывают с трением скольжения, с трением качения и весьма разнообразны по конструктивным решениям. В домкратах и прессах гайка обычно неподвижна, а винт совершает вращательное и поступательное движения. Встречаются домкраты с вращающейся гайкой, в этом случае винт совершает только поступательное движение.

В передачах винт - гайка применяются в основном стандартные трапецеидальные и упорные резьбы. Резьба с прямоугольным профилем не стандартизирована. Эта резьба обеспечивает некоторый выигрыш в силе и более высокий КПД, но она не технологична и прочность ее витков ниже, чем у трапецеидальной и упорной резьбы. Кроме того, у прямоугольной резьбы при износе получается неустранимый «мертвый ход», тогда как у трапецеидальной резьбы его можно ликвидировать, используя стяжные гайки. Для изготовления винтов обычно применяют среднеуглеродистые стали марок СТ.4, СТ.5, Сталь 40, Сталь 50. Винты из легированных сталей с термической обработкой предназначены для передач, работающих при интенсивных перемещениях. В этих случаях применяют Сталь 40Х, Сталь 40ХН, Сталь 65 и др.

Для гаек в передачах с повышенным износом применяют оловянистые бронзы марок Бр. ОФ10-05, Бр. ОСЦ6-6-3. При работе с большими перерывами и умеренными нагрузками используют антифрикционный чугун АСЧ или АВЧ, а также серый чугун СЧ-12, СЧ-15, СЧ-18, СЧ-21.

Критерии работоспособности передачи винт - гайка

В большинстве случаев основным критерием работоспособности винтовой пары является её износоустойчивость. Расчет по этому критерию сводится к ограничению давления между поверхностями резьбы винта и гайки.

Указанный расчет выполняют в качестве проектного, служащего для определения диаметра винта.

Вторым критерием работоспособности служит прочность винта, который в большинстве случаев работает на сжатие и кручение.

Для винтов сжатия к числу критериев работоспособности так же следует отнести их устойчивость, которая определяется коэффициентом запаса устойчивости (S_{yc}).

К критериям работоспособности винтовых механизмов относятся прочность гаек, рукояток, штурвалов, винтов для стопорения гаек и других, дополнительных элементов.

3. Определение размеров винта и гайки

Расчет передачи винт - гайка начинают с определения среднего диаметра резьбы (d_2) по критерию износоустойчивости.

$$d_2 = \sqrt{\frac{F}{x \cdot \Psi_H \cdot \Psi_h \cdot [p]}}$$

где F - расчетное усилие, Н; $\Psi_H = H_H / d$ - коэффициент высоты гайки, H_H - высота гайки, мм.

Рекомендуемое значение коэффициента высоты гайки 1,2...2,5. $\Psi_h = h / P$ - коэффициент высоты Ψ резьбы, $h = 0,5$;

h - рабочая высота профиля резьбы, мм.;

P - шаг резьбы, мм;

$[p]$ - допустимое давление в резьбе, МПа. $[p] = 12$ МПа.

Полученное значение среднего диаметра резьбы d_2 корректируется.

Параметры нестандартной прямоугольной (квадратной) резьбы согласовываются с возможностью ее изготовления на токарно-винторезных станках, поэтому шаг нарезки полученный по рекомендации: $P = 0,22 \cdot d_2$, следует скорректировать со значением шага любой стандартной резьбы.

Принимаем: $P = 3$, тогда $d_2 = D_2 = 28,5$.

Высоту гайки H_H определяют по формуле, в зависимости от принятого значения коэффициента высоты гайки H_H :

$$\Psi = H \cdot d_2.$$

$$\Psi = 28,5 : 57 = 0,5 \text{ мм.}$$

Число витков резьбы в гайке вычисляется по выражению:

$$Z = H_H / P;$$

$$Z = 57/3 = 19.$$

$Z > 10$ - следовательно, выбранная резьба удовлетворяет условию.

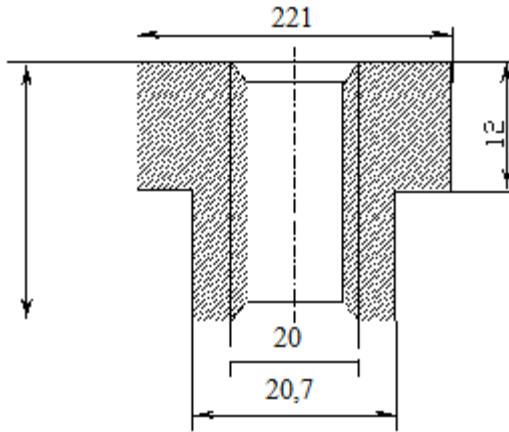


Рис.5. Эскиз гайки с размерами

Высота буртика гайки h (рис. 5) принимается $h = (0.5...0.6) H_{Г}$; $h = 11,7$ мм.

Нижняя часть гайки работает на растяжение, поэтому диаметр $D_{Г}$ определяется формулой

$$D_{Г} = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{x \cdot [\sigma_F]} + d^2} + 3,$$

где $[\sigma_F] = 640$ МПа.

Диаметр буртика гайки $D_{Г}$ определяется по напряжению смятия силой F , действующей по оси винта

$$D_{Г1} = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{x \cdot [\sigma_{см}]} + D_{Г}^2} + 3,$$

где $[\sigma_{см}] = 70 - 80$ МПа (для бронзовых гаек).

4. Проверка соблюдения условия самоторможения

Для большинства механизмов, где применяется передача винт-гайка, является обязательным удовлетворение условия самоторможения:

$$\varphi < \psi,$$

где ψ – угол подъема винтовой линии по среднему диаметру;
 φ – угол трения винтовой пары.

Угол трения определяется из соотношения:

$$\varphi = \arctg f_d,$$

где f_d - действительный коэффициент трения в винтовой паре.

Действительный коэффициент трения для сочетания: сталь по стали принимают – 0,15, сталь по чугуну – 0,3, сталь по бронзе – 0,12.

При типах резьбы отличных от прямоугольной (квадратной), вместо коэффициента f_d подставляют условный (приведенный) коэффициент трения.

$$f_{пр} = \frac{f_d}{\cos \gamma},$$

где: γ - угол между боковой стороной профиля резьбы в направлении действия нагрузки и перпендикуляром к оси винта.

Для резьбы, отличной по профилю от прямоугольной, используют понятие приведенного угла трения

$$\varphi = \arctg f_{пр},$$

где: $f_{пр} = 1,03f_1$.

Для всех видов резьбы угол подъема нарезки резьбы определяется по соотношению:

$$\psi = \arctg \left| \frac{P}{x \cdot d_2} \right|.$$

Для самотормозящих винтов величина угла трения винтовой пары находится в пределах $5^\circ \dots 7^\circ$. Тогда, чтобы с гарантией соблюсти условие самоторможения, $\varphi < \psi$ - (разность между φ и ψ должна составлять не менее 1°).

5. Определение КПД винтовой пары передачи винт-гайка

Определение КПД винтовой пары для прямоугольной резьбы проводится по уравнению:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg}(\psi)}{\operatorname{tg}(\phi + \psi)}$$

6. Проверка винта на устойчивость

Проверка сжатых винтов на устойчивость сводится к определению коэффициента запаса устойчивости (n). Гибкость винта зависит от его диаметра, длины и определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l}{i},$$

где λ – гибкость винта;

l - расчетная длина винта, т.е. расстояние от середины гайки до опорной поверхности головки домкрата при вывернутом до отказа винте.

$$l = H_6 + H_7 / 2, l = 300 + 57 / 2 = 328,5 \text{ мм.}$$

где i - радиус инерции для круглого сечения (по внутреннему диаметру резьбы d_1).

$$I_{\text{пр}} = \frac{x \cdot d_1^4}{64},$$

где $I_{\text{пр}}$ - приведённый момент инерции круглого сечения;

μ - коэффициент приведения длины винта, зависит от расчётной схемы;

$\mu = 2$ - домкраты (съёмники, струбцины);

$\mu = 1$ - ходовые винты и валики.

В зависимости от гибкости λ винта или его μ – приведённой длины (l), критическая сила (нагрузка) на винт определяется по формулам Эйлера или Ясинского.

Если $\mu < 100$ или $l < 25 \cdot d_1$, то критическую силу определяют по формуле Ясинского:

$$F_{KF} = \frac{x \cdot d_1^2}{4} (a - b\lambda),$$

где a и b - коэффициенты, принимаемые в зависимости от материала винта.

Для Сталь 45: $a = 450\text{МПа}$, $b = 1,67\text{МПа}$.

Запас устойчивости винта определяется по уравнению:

$$S_{yc} = F_{кр} / F > [S_{yc}],$$

где S_{yc} - не менее 2,5.

$$S_{yc} = 164502,667/20000 = 8,225 > 2,5.$$

Следовательно, выбранный диаметр винта удовлетворяет условию.

7. Расчет элементов винта и гайки на прочность

Винт в передаче винт-гайка испытывает напряжения сжатия или растяжения и кручения. Для оценки величины этих напряжений следует определить величину эквивалентного напряжения и сравнить ее с допускаемым напряжением растяжения:

$$\sigma_3 = \sqrt{(\sigma_F)^2 + 3 \cdot (\tau_{KF})^2} \leq [\sigma_F],$$

где σ_F - напряжения растяжения или сжатия, определяемые формулой.

Для подсчета напряжений кручения, связанных с моментом трения в резьбе, используется следующая зависимость

$$\tau_{KF} = \frac{T_{TF}}{0,2 \cdot (d_1)^3},$$

где T_{TF} - момент трения в резьбе, подсчитывается по формуле:

$$T_{TF} = 0,5 \cdot d_2 \cdot F \cdot \text{tg} (\psi + \varphi).$$

$$T_{\text{тр}} = 43916,617 \text{ Н.}$$

Допускаемые напряжения сжатия или растяжения берутся из справочника [1, т.1].

Если в передаче гайка изготавливается из менее прочного материала чем винт, то резьбу в гайке следует проверить на срез по выражению:

$$\tau_{CF} = \frac{F}{x \cdot d_1 \cdot H \cdot K_n \cdot K_H} \leq |\tau_{CF}|,$$

где H - высота гайки, мм.

K_n - коэффициент неравномерности распределения нагрузок по виткам резьбы, принимается равным 0,6...0,7.

K_H - коэффициент полноты резьбы, принимается по данным табл. 6. [1, т.6].

$[\tau_{ср}]$ - допускаемое напряжение среза, подсчитывается по выражению.

$$[\tau_{ср}] = (0,6...0,65) \sigma_{\text{в}} / [S],$$

где $\sigma_{\text{в}}$ - временное сопротивление материала гайки, (принимается по табл. 7 МУ или по справочнику [2, т.1]).

$$[\tau_{ср}] = 0,6 \text{ МПа.}$$

Т. е. условие $\tau_{ср} \leq [\tau_{ср}]$ выполняется.

8. Конструирование и расчёт дополнительных элементов передачи винт-гайка

8.1. Выбор размеров головки винта

Размеры подъемной головки винта назначаются конструктивно:

$$D_2 = (1,7...1,9) \cdot d; D_2 = 1,9 \cdot 30 = 57 \text{ мм.}$$

$$B = (1,4...1,8) \cdot d; B = 1,6 \cdot 30 = 48 \text{ мм.}$$

$$D_p = (0,4...0,5) \cdot d; D_p = 0,5 \cdot 30 = 15 \text{ мм.}$$

8.2. Выбор размеров рукоятки винта

Общий момент сопротивления повороту винта равен:

$$T_o = T_{\text{тр}} + T_H,$$

где T_H - момент сопротивления в наконечнике, его величина может быть принята

$$T_H = 0,5 \cdot T_{тр.}$$

Следовательно

$$T_o = 1,5 \cdot T_{тр.}$$

$$T_o = 1,5 \cdot 43916,62 = 65874,93 \text{ Н.}$$

Общий момент сопротивления преодолевается усилием рабочего - F_p , приложенного к рукоятке длиной L_p , т.е.

$$T_o = F_p \cdot L_p,$$

где F_p - усилие рабочего на рукоятке,

$$F_p = 250, \text{ Н.}$$

L_p - длина рукоятки в мм.

Обычно задача решается относительно требуемой длины рукоятки. При длине рукоятки более 1 метра, следует рассчитывать на усилие двух рабочих.

$$L_p = T_o / F_p = 65874,93 / 250 = 263,499, \text{ мм.}$$

Диаметр рукоятки D_p , принятый по рекомендации п. 8.1, следует проверить по напряжениям изгиба:

$$\sigma_{из} \frac{T_o}{W_x} < [\sigma_{из}],$$

где W_x - осевой момент сопротивления: $W_x = 0,1 D_p^3$;

$[\sigma_{из}]$ - допускаемое напряжение изгиба, $[\sigma_{из}] = 260, \text{ МПа.}$

$$W_x = 0,1 \cdot 10^3 = 100, \text{ мм}^3.$$

Выводы по практическому занятию.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5

Устройство, регулировки, правила монтажа и технической эксплуатации стэнда для правки кузовов «Эксперт 2000»

Цель занятия:

- изучить устройство стэнда для правки кузовов;
- ознакомление с правилами монтажа, подготовки к работе и регулировок стэнда "Эксперт 2000";

- ознакомление с правилами эксплуатации и технического обслуживания стенда "Эксперт 2000".

2. Оборудование и материалы к практическому занятию:

- стенд для правки кузовов "Эксперт 2000";
- приспособления и инструменты (подкатной домкрат, гаечные ключи, плоскогубцы, молоток).

3. Порядок проведения занятия

3.1. Устройство стенда.

Стенд для правки кузовов "Эксперт 2000", в дальнейшем упоминании просто стенд (стапель), состоит из рамы и силового устройства (рис. 6).

Рама представляет сварную металлоконструкцию из прямоугольных труб. Для увеличения прочности служат поперечные ребра жесткости из аналогичных труб.

Для возможности перемещения стенда вместе с установленным на нем автомобилем на раме закреплены шесть поворотных колес, два из которых являются съемными, и рукоятка. На раме (рис. 6) закреплены четыре поворотные стойки, две из которых регулируются в зависимости от размеров конкретного автомобиля.

Крепление автомобиля к раме осуществляется за отбортовку порогов с помощью двух широких и двух узких зажимов, закрепляемых на поворотных стойках.

Для вертикального перемещения автомобиля относительно рамы на раме смонтирован механизм подъема с приводом от отдельного гидроцилиндра.

Силовое устройство состоит из стойки, укрепленной на оси в поворотной вилке, поворотной балки и силового гидроцилиндра. Привод силового гидроцилиндра осуществляется от ручного гидравлического насоса или пневмогидравлического насоса. Крепление силового устройства к раме в выбранных местах осуществляется двумя резьбовыми пальцами.

Для установки автомобиля на стапель в конструкции последнего предусмотрены закатная тележка, наклонные и горизонтальные трапы.

3.2. Правила монтажа и регулировки стенда.

3.2.1. Сборка рамы.

Сборку рамы (рис. 7) выполнить в следующей последовательности:

расположить раму стапеля в рабочей области, направив заднюю часть рамы в сторону предполагаемого заезда автомобиля;

поднять переднюю часть рамы, используя подкатной домкрат;

установить несъемные поворотные колеса на раму стенда;

опустить раму;

поднять заднюю часть рамы, используя подкатной домкрат;

установить съемные поворотные на раму стенда;

опустить раму.

3.2.2. Сборка силового устройства.

Сборку силового устройства (рис. 7) выполнить в следующей последовательности:

установить два малых поворотных колеса на балку силового устройства;

вставить стойку силового устройства в вилку балки;

соединить осью стойку и балку силового устройства;

зафиксировать ось, используя две шайбы и два шплинта;

установить гидроцилиндр в вилки стойки и балки силового устройства;

зафиксировать гидроцилиндр, используя два пальца, две шайбы и два шплинта;

установить ручку силового устройства, используя три болта М10х20.

3.3. Подготовка стенда к работе и регулировки.

3.3.1. Определить базу зажима исходя из повреждений автомобиля. Установить поворотные стойки в выбранные позиции. Все поворотные стойки должны находиться в нижнем положении.

3.3.2. Отрегулировать тяги согласно выбранным базам зажима.

3.3.3. Проверить на целостность отбортовку порогов ремонтируемого кузова в местах предполагаемого закрепления.

3.3.4. Ослабить все болты зажимов, максимально раздвинув губки зажимов.

3.3.5. Установить гидравлический цилиндр в вилки механизма подъема и закрепить его двумя пальцами.

3.3.6. Убрать съемные поворотные колеса рамы, используя подкатной домкрат и специальный кронштейн в задней части рамы стенда.

3.3.7. Для установки автомобиля необходимо:
установить наклонные заездные трапы (рис. 8);
установить закатную тележку в передней части рамы и затем перекатить ее в исходную позицию;

закатить автомобиль по наклонным трапам до установки передних, по ходу закатывания, колес на закатную тележку;

продолжать перемещение автомобиля еще примерно на один метр, затем установить горизонтальные трапы рядом с наклонными с обеих сторон рамы (рис. 9);

продолжать закатывать автомобиль до установки в требуемое положение;

используя усилие гидроцилиндра подъемного механизма поднять поворотные стойки до тех пор, пока отбортовки порогов автомобиля полностью не войдут в губки зажимов, затем затянуть болты зажимов;

продолжать поднимать поворотные рычаги до установки их в вертикальное положение;

установить фиксаторы для каждой поворотной стойки, используя два болта М18х30;

вставить конические пальцы в отверстия в фиксаторах и поворотных стойках;

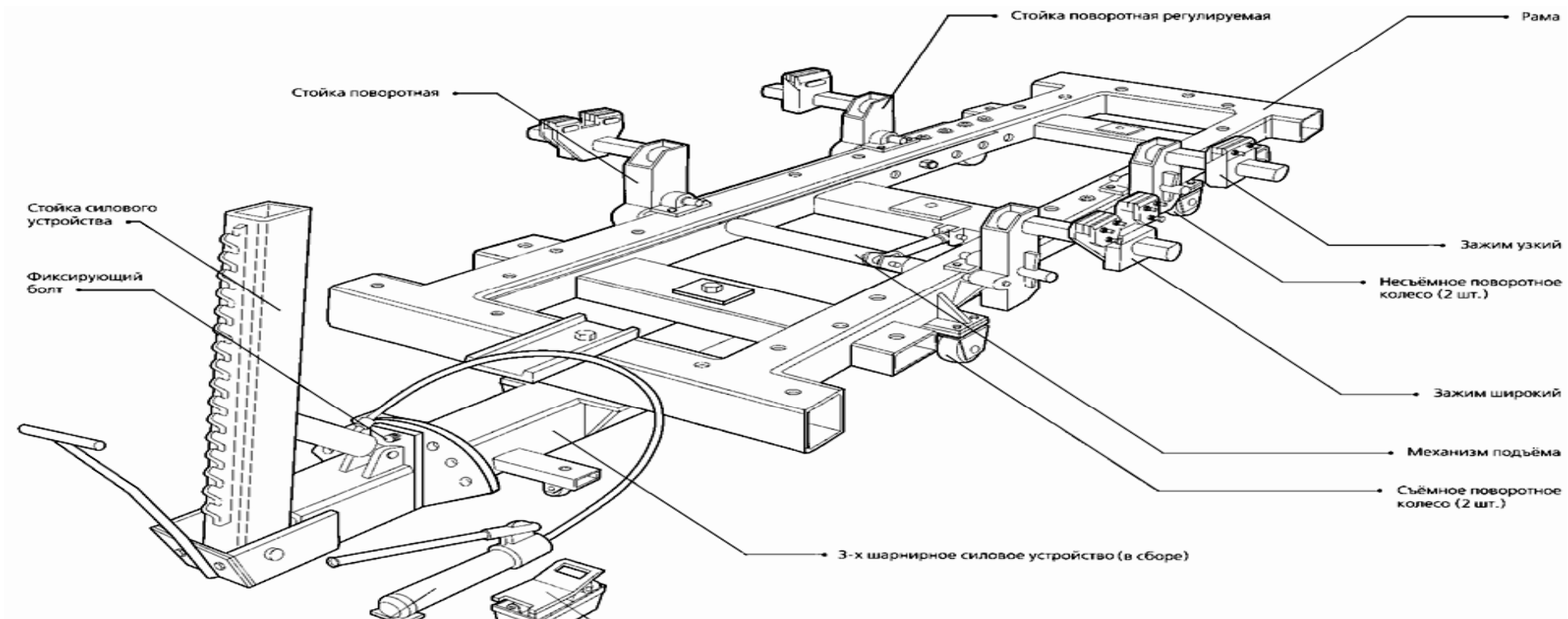


Рис. 6. Стенд для правки кузовов «Эксперт 2000»

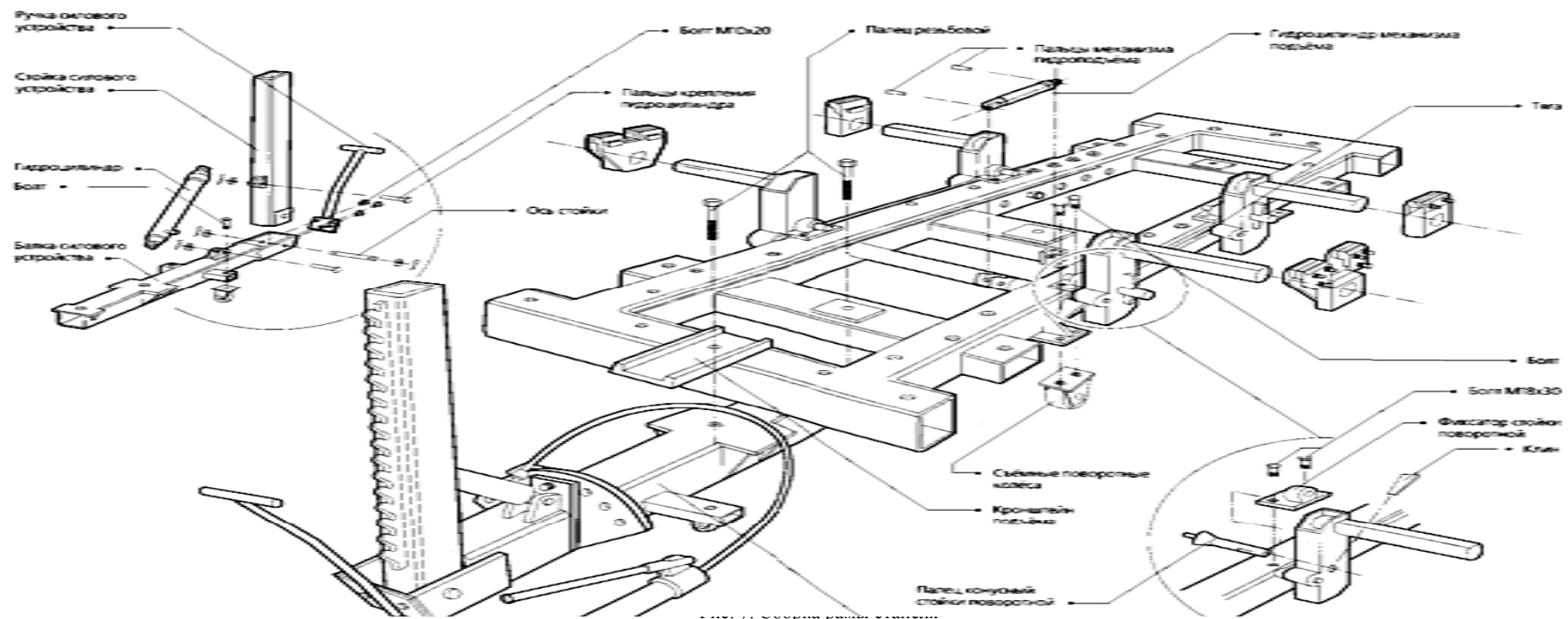


Схема сборки рычага системы

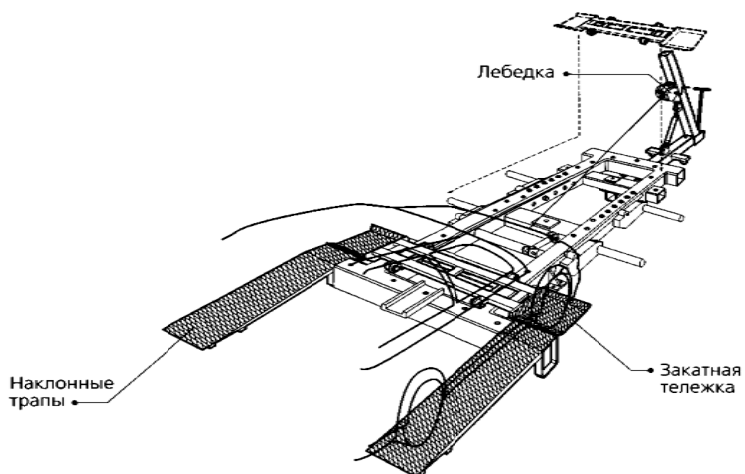


Рис. 8. Первый этап установки автомобиля на стенд

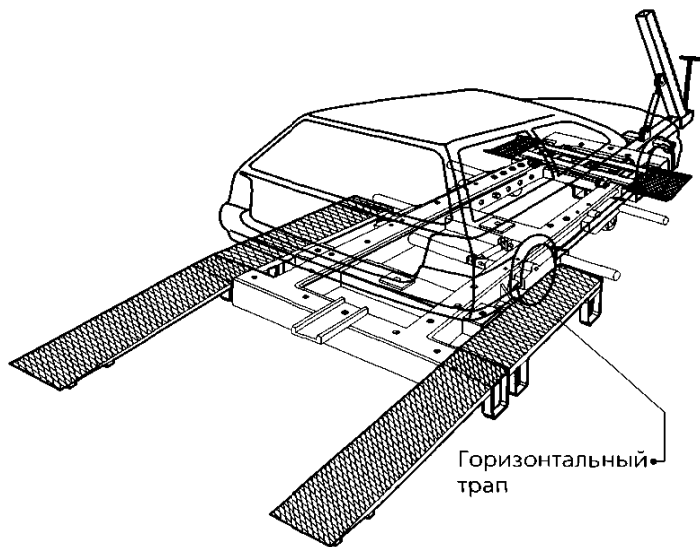


Рис. 9. Второй этап установки автомобиля на стенд

зафиксировать поворотные стойки, закрепив с помощью молотка клинья в отверстиях конических пальцев;

затянуть фиксирующие болты зажимов;

убрать все трапы;

плавно и медленно открыть вентиль гидравлического насоса и когда цилиндр полностью сожмется снять его из механизма подъема;

используя подкатной домкрат установить раму в горизонтальное положение и закрепить съемные поворотные колеса; опустить раму и убрать подкатной домкрат.

3.3.8. Для снятия автомобиля со стенда необходимо:

установить гидравлический цилиндр в вилки механизма подъема и зафиксировать двумя пальцами;

накачать гидравлический цилиндр до срабатывания ограничительного клапана насоса;

расфиксировать все зажимы, ослабив стопорные болты;

выбить все клинья;

убрать конические пальцы и фиксаторы каждой поворотной стойки;

установить закатную тележку, горизонтальные и наклонные трапы;

используя подкатной домкрат и кронштейны рамы приподнять ее и снять съемные поворотные колеса;

опустить раму в наклонное положение;

убрать подкатной домкрат;

плавно и медленно открыть вентиль гидравлического насоса и опустить автомобиль на горизонтальные трапы и закатную тележку;

ослабить болты всех зажимов и снять их с поворотных стоек;

скатить автомобиль со стенда.

3.4. Работа с силовым устройством стенда.

3.4.1. Для крепления силового устройства на раме стенда предусмотрены места *A*, *B*, *C*, *D*₁-*D*₄. (рис. 5)

3.4.2. В местах *A* и *C* предусмотрено по 9 положений силового устройства, в месте *B* - 6 положений и в местах *D*₁-*D*₄ положения силового устройства строго фиксированы.

3.4.3. Для изменения направления в пространстве растягивающей силы, действующей на автомобиль, предусмотрена возможность поворота с фиксацией силового устройства в вертикальной плоскости на $\pm 45^\circ$ относительно вертикальной оси и на $\pm 120^\circ$ (через 30°) в горизонтальной плоскости относительно горизонтальной оси в местах *A*, *B*, *C*, *D*₁-*D*₄ (рис. 10).

3.4.4. Силовое устройство крепится к раме в местах *A*, *B* и *C* резьбовым пальцем, а для фиксации выбранного положения используется второй резьбовой палец.

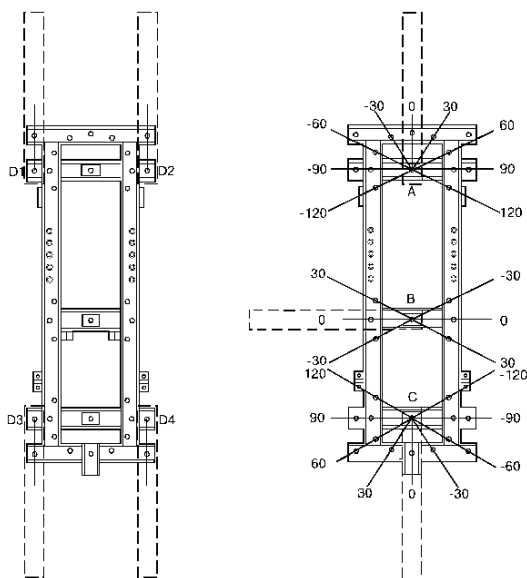


Рис. 10. Схема креплений силового устройства к раме стенда

3.4.5. Для фиксации цепи на стойке силового устройства используется специальный двойной крюк и гребенка стойки.

Выводы по практическому занятию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Афанасьев А.С.* Проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] : учеб. пособие для студентов по направлению подгот. бакалавриата 23.03.03 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" и специалитета по специальности 23.05.01 "Автомобил. техника в трансп. технологиях" / А. С. Афанасьев. - СПб. : Свое изд-во, 2017.

2. *Гринцевич В.И.* Техническая эксплуатация автомобилей: технологические расчеты: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Красноярск : СФУ, 2011. — 194 с.

3. *Иванов В.П.* Оборудование автопредприятий [Электронный ресурс] : учеб. / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2014. — 302 с.

4. *Карманов К.Н.* Управление возрастной структурой автомобильного парка: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / К.Н. Карманов, А.Н. Мельников, И.Х. Хасанов. — Электрон. дан. — Оренбург : ОГУ, 2015. — 131 с.

5. *Красовский В.Н.* Системное проектирование технологических процессов централизованного ремонта агрегатов автомобилей по техническому состоянию: монография [Электронный ресурс] : монография / В.Н. Красовский, В.А. Корчагин, В.В. Попцов. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2016. — 152 с.

6. *Мерданов Ш.М.* Проектирование предприятий по эксплуатации и ремонту машин [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ш.М. Мерданов, В.В. Шефер, В.В. Конев. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2009. — 244 с.

7. *Малкин В.С.* Техническая диагностика [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 272 с.

8. Планирование и организация технического обслуживания и ремонта автомобилей: учебное пособие по курсовому проектированию [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.В.

Яблонский [и др.]. — Электрон. дан. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. — 80 с.

9. Планирование и организация технического обслуживания и ремонта автомобилей: учебное пособие по курсовому проектированию [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.В. Яблонский [и др.]. — Электрон. дан. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. — 80 с.

10. *Поливаев О.И.* Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016.

11. *Раков В.А.* Эксплуатация и обслуживание автомобилей с гибридными силовыми установками: монография [Электронный ресурс] : монография — Электрон. дан. — Вологда : ВоГУ, 2014. — 143 с.

12. Техническая эксплуатация автомобилей, ч. 1 [Текст] : учеб.-метод. комплекс / сост.: Ю. Н. Кацуба, А. В. Терентьев. СПб. : Изд-во СЗТУ, 2010. - 109 с.

13. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] : учеб. для вузов / [Е. С. Кузнецов и др.] ; под ред. Е. С. Кузнецова. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - М. : Наука, 2001. - 534, [1] с. : граф., рис., табл., формы. - Библиогр.: с. 497-500. - ISBN 5-02-002593-3.

14. *Туревский И.С.* Техническое обслуживание автомобилей. Учеб пособие/ И.С. Туревский. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2018. – 432 с.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение..... | 3 |
| Практическое занятие № 1 Устройство, регулировки, правила монтажа и технической эксплуатации подъемника..... | 4 |
| Практическое занятие № 2 Устройство и расчет компрессора..... | 11 |
| Практическое занятие № 3 Изучение структуры процесса ремонта технологического оборудования и разработка технологического процесса разборки на примере подъемника..... | 16 |
| Практическое занятие № 4 Расчет элементов винтового съемника..... | 18 |
| Практическое занятие № 5 Устройство, регулировки, правила монтажа и технической эксплуатации стенда для правки кузовов «Эксперт 2000»..... | 26 |
| Библиографический список..... | 35 |

ТИПАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов бакалавриата направления 23.03.03*

Сост. *Ю.Н. Кацуба*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
транспортно-технологических процессов и машин

Ответственный за выпуск *Ю.Н. Кацуба*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 06.11.2020. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 2,2. Усл.кр.-отт. 2,2. Уч.-изд.л. 2,0. Тираж 75 экз. Заказ 829.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2