**Содержание**

Введение

1. Назначение и принцип действия разрабатываемого оборудования

1.1 Назначение подъёмника

1.2 Конструкция и принцип действия подъёмника

2. Проектирование и расчет силовых механизмов и привода электромеханического четырёхстоечного подъёмника

2.1 Расчёт цепной передачи

3. Расчет наиболее нагруженных элементов на прочность

3.1 Выбор материала и термообработки

3.2 Проектный расчет гайки

3.3 Среднее давление в резьбе

3.4 Проверка винта на устойчивость

3.5 Составление расчетной схемы

4. Эксплуатация, техническое обслуживание и правила техники безопасности

4.1 Требования техники безопасности

4.2 Эксплуатация подъемника

4.3 Техническое обслуживание

Заключение

Литература

**Реферат**

Ключевые слова: РЕМОНТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПОДЪЁМНИК ЧЕТЫРЁХСТОЕЧНЫЙ.

Содержит описание конструкции и принципа действия подъёмника четырёхстоечного, технические характеристики, расчет силовых механизмов и привода, а также расчет наиболее нагруженных элементов конструкции на прочность, описание по охране труда при работе на данном оборудовании, правила его эксплуатации и технического обслуживания.

**Введение**

Целью курсовой работы является получение навыков по разработке комплекта узлов электромеханического четырёхстоечного подъемника.

В курсовой работе выполнен расчет силовых механизмов (передачи винт-гайка) и привода (цепной передачи) модернизируемого узла, а также произведен расчет наиболее нагруженных элементов конструкции (ходовой гайки ) на прочность.

**1. Назначение и принцип действия разрабатываемого оборудования**

**1.1 Назначение подъёмника**

*Рис.1 – Автомобильный электромеханический четырёхстоечный подъёмник для сервисного обслуживания (тип-SDO2).*

Автомобильный подъёмник для сервисного обслуживания (рис.1), является универсальным устройством, позволяющим выполнять работы, связанные с сервисным обслуживанием. С применением подъёмника можно выполнять операции по обслуживанию автомобилей, полный собственный вес которых не превышает 2500 кг. Благодаря добавочному оборудованию подъёмника автомобиль можно обслуживать на двух уровнях.

Конструктивные свойства домкрата позволяют эксплуатировать его в климатических зонах N, ТА и ТН – при условии применения соответствующих защитных покрытий и электроизоляционных материалов, что подтверждено в контрольном сертификате подъёмника.

**1.2 Конструкция и принцип действия подъёмника**

Автомобильный подъёмник для сервисного обслуживания состоит из следующих основных систем:

- несущей системы

- приводной системы (механизма силовой передачи)

- электрической системы управления приводом.

В состав несущей системы входят: колонны со встроенными несущими болтами (4 шт.), поперечные балки (2 шт.) и продольные наездные балки (2 шт.). Продольная балка жестко прикреплена к поперечным балкам и в ней пропущена приводная цепь.

Правая продольная балка является передвижной, что позволяет изменять расстояние между наездными балками в соответствии с передней колеей обслуживаемого автомобиля, что делает его универсальным.

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

Электрическая система управления приводом состоит из кнопок управления движениями: «вверх», «стоп», «вниз», двух контакторов и концевых выключателей «вверх» и «вниз».

Концевые выключатели служат для автоматического задерживания (остановки) подъёмника в крайних положениях.

*Таблица 1.1 – Технические данные прототипа.*

|  |  |
| --- | --- |
| Электродвигатель типа SZJKe | 1 шт. |
| Мощность электродвигателя | 3 кВт |
| Номинальная скорость вращения | 1430 мин-1 |
| Напряжение питания | 220/380 В, 50 Гц |
| Максимальная грузоподъемность | 2000 кг |
| Высота подъема | 1500 мм |
| скорость подъема | 2 м/мин |
| расстояние между колоннами | 2500x3860 мм |
| расстояние между осями наездных балок:- максимальное- минимальное | 1400 мм1300 мм |
| длина | 5000 мм |
| ширина | 2800 мм |
| высота | 1650 мм |
| Собственный вес | 700 кг |

*Таблица 1.2 – Оборудование для прототипа.*

|  |  |
| --- | --- |
| Нормальное: |  |
| фундаментные болты и гайки | 12шт. |
| клинья выпирания для вертикальной установки | 12шт. |
| специальный ключ для натяжения цепи, шестигранный 24 | 1шт. |
| односторонний гаечный ключ RWPA-41 | 1шт. |
| односторонний ключ для круглых гаек RWPe-55-62 | 1шт. |
| стяжка цепи | 1шт. |
| рукоятка ручного приводе | 1шт. |
| маховичок диаметром 12 | 2шт. |
| Специальное: |  |
| помост для обслуживания | 1шт. |
| регулируемые подставки | 1шт. |

*Таблица 1.3 – Исходные данные.*

|  |  |
| --- | --- |
| Грузоподъемность | 2500 кг |
| Высота подъема | 1500 мм |
| Скорость подъема | 2 м/мин |

**2. Проектирование и расчет силовых механизмов и привода электромеханического четырёхстоечного подъёмника**

Расчет электромеханического четырёхстоечного подъёмника будет производится по методике изложенной в [1].

На рисунке 2.1 представлена кинематическая схема рассчитываемого подъемника.

*Рисунок 2.1 – Кинематическая схема(1-электродвигатель; 2,3-опоры болта; 4-цепная передача; 5-гайка; 6-подъемная часть; 7-болт; 8-поднимаемый автомобиль).*

*Рисунок 2.2 – Схема передачи движения на ходовые гайки (1-электродвигатель; 2-ходовая гайка; 3-цепь.)*

Вес поднимаемого груза определяется по формуле:

; (2.1)

где - это масса поднимаемого груза , кг.

Масса поднимаемого груза равна 2500 кг, тогда вес будет равен:

.

Максимальное значение расчетной силы определяется по формуле:

; (2.2)

где - коэффициент перегрузки, для механизмов равен 1,1.

.

Нагрузка на ходовую гайку:

; (2.3)

где – число гаек, .

.

Перед нахождением диаметра резьбы предварительно выберем профиль резьбы. В нашем случае резьба будет трапецеидальная однозаходная. Кроме этого, когда заранее неизвестны высота гайки и высота профиля резьбы , вводят соответствующие коэффициенты и . Тогда средний диаметр резьбы будет равен:

; (2.4)

где , так как гайка цельная;

, так как резьба трапецеидальная;

- допустимое давление в резьбе, =4…6 МПа (сталь по серому чугуну).

.

Значение среднего диаметра принимаем после расчета винта на устойчивость, проведенного в разделе 3. По среднему диаметру определяем все остальные параметры резьбы (см. рис. 2.2):

Окончательное обозначение трапецеидальной однозаходной резьбы –

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

*Рисунок 2.3 – Номинальные профили резьбы болта и гайки трапецеидальной однозаходной резьбы (d – наружный диаметр наружной резьбы (болта); d2 – средний диаметр наружной резьбы; d3 - внутренний диаметр наружной резьбы; D1 – внутренний диаметр внутренней резьбы (гайки); D2 – средний диаметр внутренней резьбы; D4 – наружный диаметр внутренней резьбы).*

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

; (2.5)

где - коэффициент учитывающий потери мощности на трение в опорах, =0,8…0,95; принимаем =0,9;

 - угол подъема винтовой линии по среднему диаметру резьбы, градус;

 - приведенный угол трения, градус.

Приведенный угол трения вычисляется по следующей формуле:

, градус; (2.6)

где - приведенный коэффициент трения.

Приведенный коэффициент трения можно определить следующим образом:

; (2.7)

где - коэффициент трения, ;

 - угол профиля трапецеидальной резьбы, .

.

Тогда, подставив полученное значение в формулу приведенного угла трения, получим:

.

Теперь найдем угол подъема винтовой линии по среднему диаметру:

, градус; (2.8)

где - шаг резьбы, мм;

 - средний диаметр наружной резьбы (болта), мм.

.

Окончательно находим КПД:

.

Данная передача с самоторможением, так как и значение КПД равное 0,23 находится в промежутке =0,2…0,35.

Время подъема:

; (2.9)

где - высота подъема, м; - скорость подъема, 2м/мин = 0,033 м/с.

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

; (2.10)

.

Мощность на всех ходовых гайках равна:

 (2.11)

где - число ходовых гаек, =4.

Требуемая мощность электродвигателя с учетом цепной передачи определяется следующим образом:

; (2.12)

где - КПД цепной передачи, .

.

Частоту вращения найдем по следующей формуле:

; (2.13)

где - шаг резьбы, мм;

- число заходов резьбы, .

.

По требуемой мощности и частоте вращения ходового винта выбираем электродвигатель 4А132М8У3, у которого , а .

**2.1 Расчёт цепной передачи**

Требуемое передаточное число:

; (2.14)

где - частота вращения двигателя, мин-1;

- частота вращения гайки, мин-1.

.

Число зубьев ведущей звездочки:

; (2.15)

.

Принимаем число зубьев ведущей звездочки .

Число зубьев ведомой звездочки:

; (2.16)

Предпочтительно выбирать нечетное число зубьев звездочек, что в сочетании с четным числом звеньев цепи способствует более равномерному износу зубьев и шарниров. С учетом этих рекомендаций принимаем .

Фактическое передаточное число:

; (2.17)

.

Проверим отклонение от заданного :

,%; (2.18)

.

Принимаем .

*Определение коэффициента эксплуатации***.**

 (2.19)

где коэффициент динамической нагрузки, (нагрузка переменная);

 коэффициент межосевого расстояния, (для а=(30…50)·pц);

коэффициент наклона передачи к горизонту, (передача горизонтальная);

коэффициент способа натяжения цепи, (натяжение цепи не регулируется);

коэффициент смазки и загрязнения передачи, [производство запыленное, качество смазки-[||](удовлетворительная)];

коэффициент режима или продолжительности работы передачи в течении суток(работа в две смены).

Тогда коэффициент эксплуатации:

=1,3·1·1·1,25·1,3·1,25=2,64.

*Определение коэффициентов**и**.*

Число зубьев малой звездочки типовой передачи принимается только . Число зубьев малой звездочки проектируемой передачи .

Коэффициент числа зубьев:

 (2.20)

Частота вращения малой звездочки проектируемой передачи n1=720 мин-1. Ближайшая частота вращения малой звездочки типовой передачи n01=800мин-1. Коэффициент частоты вращения:

 (2.21)

*Выбор цепи.*

Первоначально ориентируемся на однорядную цепь. Тогда расчетная мощность, передаваемая однорядной цепью:

 (2.22)

Ближайшей большей допускаемой расчетной мощностью [P1] дляи n01=800мин-1 является [P1]=30,7кВт для однорядной цепи ПР-25,4-57600 с шагом равным 25,4 мм.

Условие (для и n01=800мин-1) выполняется.

Делительные диаметры звездочек:

 (2.23)

 (2.24)

 и

Скорость цепи:

 (2.25)

При скорости цепи равной 8,85 м/с назначаем для цепи смазку в масляной ванне(качество[||]).

*Силы в цепной передаче*.

Окружная сила:

(2.27)

Натяжение цепи от силы тяжести провисающей ведомой ветви:

 (2.28)

Где - коэффициент провисания цепи; при горизонтальном ее расположении =6;

q- масса 1м цепи, q=2,6кг/м;

Тогда:

Натяжение цепи от центробежных сил:

 (2.29)

Разрушающая нагрузка цепи ПР-25,4-57600 FP=57600Н. Уточним расчетный коэффициент запаса прочности цепи:

 (2.30)

Допускаемый коэффициент запаса прочности цепи ПР-25,4-57600 [S]=12. Так как S=50,2 > [S]=12, то цепь ПР-25,4-57600подходит.

Вращающий момент , приложенный к ведущему звену, равен:

; (2.31)

.

**3. Расчет наиболее нагруженных элементов на прочность**

Наиболее нагруженным элементом конструкции являются ходовые гайки, поэтому расчет проводим для них.

**3.1 Выбор материала и термообработки**

Для гайки материал выбираем серый чугун СЧ 10 по ГОСТ 1412-79, у которого и , НВ=143-229.

Термообработки нет.

Материал болта – Сталь 40Х по ГОСТ 4543-71, , НRC=34-42. Термообработка – закалка в масле, отпуск.

**3.2 Проектный расчет гайки**

Высота гайки :

; (3.1)

.

Рабочая высота профиля резьбы :

; (3.2)

.

Число витков в гайке:

; (3.3)

Наружный диаметр гайки:

; (3.4)

где - расчетная сила с учетом действия растяжения и кручения. Н;

 - наружный диаметр резьбы, ;

 - допустимое напряжение растяжения, для чугуна .

Для трапецеидальной резьбы будет рассчитываться так:

; (3.5)

.

Тогда наружный диаметр гайки будет равен:

.

Наружный диаметр гайки с учетом фланца:

; (3.6)

где - допустимое напряжение смятия, .

.

Примем .

**3.3 Среднее давление в резьбе**

Основным критерием работоспособности передач с трением скольжения является износостойкость, оцениваемая по значению среднего давления в резьбе:

; (3.7)

где - допустимое среднее давление в резьбе, так как материал гайки и, следовательно, резьбы серый чугун, то .

.

**3.4 Проверка винта на устойчивость**

Тело винта проверяют на устойчивость по условию:

; (3.8)

где - критическая осевая сила, Н;

- допустимый коэффициент запаса устойчивости, .

; (3.9)

где - модуль упругости материала винта, для стали ;

- момент инерции поперечного сечения винта, мм4;

 - длина винта, мм,;

- коэффициент длины, - для одного защемлённого конца винта и второго конца в шарнирной опоре, который может смещаться в осевом направлении.

Момент инерции поперечного сечения:

; (3.10)

.

Длина винта:

; (3.11)

где - высота подъема, мм;

- высота гайки, мм.

Тогда:

.

Теперь находим :

,

следовательно, устойчивость винта обеспечивается

**3.5 Составление расчетной схемы**

На гайку действуют осевая сила и вращающий момент . Расчетная схема изображена на рисунке 3.1.

*Рисунок 3.1 – Расчетная схема ходовой гайки .*

**4. Эксплуатация, техническое обслуживание и правила техники безопасности**

**4.1 Требования техники безопасности**

К работе на подъемнике допускаются лица, изучившие инструкцию по эксплуатации, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с особенностями его работы и эксплуатации.

Подъемник должен быть закреплен за лицом, ответственным за его эксплуатацию.

До начала эксплуатации нового подъемника потребитель должен провести полное освидетельствование подъемника в соответствии с требованиями техники безопасности. В дальнейшем ежегодно должно проводиться полное переосвидетельствование подъемника.

Статистические испытания производить под нагрузкой 3125 кгс в течении 10мин, при поднятом грузе на высоту 100…200 мм.

Динамические испытания производить путем двукратного подъема на максимальную высоту груза массой 2750 кг.

В общем случае статические испытания проводятся при нагрузке, превышающей на 25% номинальную грузоподъемность, а динамические испытания - при нагрузке, превышающей на 10% номинальную грузоподъемность.

Электродвигатели, электрическая система управления приводом и стойки подъемника должны быть надежно заземлены в соответствии с правилами техники безопасности электрических установок.

Запрещается поднимать автомобиль, масса которого превышает 2500 кг.

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

Запрещается использовать подъемник не по назначению.

Запрещается производить какие-либо работы с подъемником и его механизмом управления при поднятом автомобиле, во время подъема или опускания.

После незначительного подъема автомобиля необходимо убедиться в правильном и устойчивом положении автомобиля.

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

Ежемесячно производить проверку и подтяжку всех резьбовых соединений.

Запрещается производить подъем автомобиля с работающим двигателем.

**4.2 Эксплуатация подъемника**

Правильный уход и эксплуатация подъемника являются залогом его безотказной и безаварийной работы. Перед подъемом автомобиля следует проверить исправность работы подъемника и, в частности, работоспособность электрической системы управления привода.

Заезжая на подъемник, обеспечьте симметричное расположение автомобиля относительно продольной оси подъемника.

Зафиксируйте автомобиль на подъемнике так, чтоб он не мог сдвинуться с места.

Осуществите подъем автомобиля на 100...200 мм нажатием соответствующей кнопки пульта управления. Убедитесь в устойчивом положении автомобиля на подъемнике, после чего можно продолжить подъем на полную высоту.

Выполните опускание автомобиля нажатием соответствующей кнопки пульта управления.

Осуществите съезд автомобиля с подъемника.

**4.3 Техническое обслуживание**

Ежедневно проверять наличие смазки на винтах и четкую работу концевых выключателей.

Не реже одного раза в месяц проверять устойчивость положения опорной рамы на площадке, надежность крепления к ней колонн подъемника. Ослабленные соединения подтянуть.

До начала эксплуатации нового подъемника и в дальнейшем каждые двенадцать месяцев проводить испытания подъемника по полной программе в соответствии с требованием настоящего паспорта.

При нормальной работе подъемника не должны наблюдаться раскачивание колонн, повышенные шумы.

Техническое обслуживание и эксплуатация электрооборудования подъемника должны производиться в соответствия с требованиями "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей".

Осмотр, ремонт должны производиться при отключенном напряжении.

**Заключение**

В ходе курсовой работе выполнен расчет передачи винт – гайка и цепной передачи.

Для гайки выбран материал серый чугун СЧ 10 по ГОСТ 1412-79, без термообработки. Для болта выбран материал Сталь 20 по ГОСТ 1050-88, термообработка – нормализация. Резьба - трапецеидальная однозаходная Tr 28 x 3 – 7H/7e.

Для цепной передачи выбрана однорядная роликовая цепь ПР-25,4-57600.

Также в ходе работы был выполнен проектный расчёт наиболее нагруженного элемента конструкции – несущей гайки. В результате расчета получили размеры гайки.

**Литература**

1. Санюкевич Ф. М. Детали машин. Курсовое проектирование. – Брест: Брестский государственный технический университет, 2003.
2. Оборудование для ремонта автомобилей. Справочник./ Под ред. М.М. Шахнеса. – М.: Транспорт, 1978.