

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет  
Институт механизации и технического сервиса**

## Направление 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

## Профиль Автомобили и автомобильное хозяйство

## Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

# **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

## **на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

## Тема: Проектирование мероприятий по техническому обслуживанию автомобилей с разработкой электромеханического подъемника

Шифр ВКР 23.03.03.300.18.00.00.00.ПЗ

Студент группы 3361 подпись Мусин Г.Р.  
Ф.И.О.

Руководитель доцент подпись Вафин Н.Ф.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

Зав. кафедрой профессор \_\_\_\_\_ Адигамов Н.Р.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет  
Институт механизации и технического сервиса**

Направление 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов

Профиль Автомобили и автомобильное хозяйство

Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
«\_\_\_\_\_» 20\_\_\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ  
на выпускную квалификационную работу**

Студента Мусина Гелюса Расиховича

Тема ВКР Проектирование мероприятий по техническому обслуживанию  
автомобилей с разработкой электромеханического подъемника

утверждена приказом по вузу от «\_\_\_\_\_» мая 2018 г. №\_\_\_\_\_

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР \_\_\_\_\_ июня 2018 г.

2. Исходные данные Материалы преддипломной практики, техническая и  
научная литература, патенты на изобретения и т.д  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Перечень подлежащих разработке вопросов 1. Анализ состояния вопроса;  
2. Технологические расчеты; 3. Охрана труда и техника безопасности; 4.  
Экология и охрана окружающей среды; 4. Проектная часть.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Перечень графических материалов:

Лист 1 – План участка ТО автомобилей

Лист 2 – План график ТО автомобилей

Лист 2 – Классификация осмотровых канав

Листы 3, 4 – Сборочные и рабочие чертежи конструкции

Лист 5 – Технико-экономические показатели эффективности конструкции

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Конструктивная часть	Вафин Н.Ф.

6. Дата выдачи задания 2018 года

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ состояния вопроса	20.05.2018г.	
2	Технологическая часть	30.05.2018г.	
3	Проектная часть	08.06.2018г.	
4	Оформление ВКР	14.06.2018г.	

Студент \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

**АННОТАЦИЯ**

на выпускную квалификационную работу Мусина Гелюса

Расиховича на тему «Проектирование мероприятий по техническому

обслуживанию автомобилей с разработкой электромеханического подъемника»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записи на \_\_\_\_ листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, 3 разделов, выводов и предложений и включает \_\_\_\_ рисунка, \_\_\_\_ таблиц, список использованной литературы содержит \_\_\_\_ наименований.

В первом разделе пояснительной записи рассматривается состояние вопроса, связанное с анализом подъемного оборудования.

Второй раздел пояснительной записи содержит технологические расчеты по организации и планированию технического обслуживания автомобилей, рассматриваются вопросы техники безопасности и охраны окружающей среды.

В третьем разделе пояснительной записи приводится назначение и описание принципа работы электромеханического подъемника, расчеты по обоснованию конструкции, а также проведен расчет технико-экономических показателей разработанной конструкции электромеханического подъемника.

Пояснительная записка заканчивается выводами и предложениями.

**ABSTRACT**

on the final qualifying Mussina Gelusa of Rashovich on the theme "Designing of technical service of cars with the development of Electromechanical lift»

The final qualifying work consists of an explanatory note on \_\_\_\_ sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The explanatory note consists of an introduction, 3 sections, conclusions and proposals and includes \_\_\_\_ figures, \_\_\_\_ tables, a list of references contains \_\_\_\_ titles.

The first section of the explanatory note discusses the status of the issue related to the analysis of lifting equipment.

The second section of the explanatory note contains technological calculations for the organization and planning of maintenance of vehicles, discusses safety and environmental protection.

The third section of the explanatory note provides the purpose and description of the principle of the Electromechanical lift, calculations to justify the design, as well as the calculation of technical and economic indicators of the developed design of the electro-mechanical lift.

The explanatory note ends with conclusions and suggestions.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
<b>Введение.....</b>	<b>8</b>
<b>1 Анализ состояния вопроса подъемного оборудования .....</b>	<b>9</b>
1.1 Подъемно-транспортное оборудование.....	9
1.2 Подъемно-осмотровое оборудование.....	10
<b>2 Технологическая часть.....</b>	<b>15</b>
2.1 Выбор метода технического обслуживания автомобилей .....	15
2.2 Планирование технического обслуживания автомобилей.....	16
2.2.1 Расчет количества технического обслуживания автомобилей.....	16
2.2.2 Расчет трудоемкости технического обслуживания.....	19
2.2.3 Расчет количества мастеров-наладчиков.....	22
2.2.4 Определение площади поста ТО.....	23
2.3 Технология технического обслуживания.....	24
2.4 Охрана труда и окружающей среды.....	27
2.4.1 Инструкция по охране труда при эксплуатации электромеханического подъёмника.....	27
2.4.2 Экология и охрана окружающей среды.....	30
2.5 Производственная гимнастика.....	31
2.5.1 Физическая культура в режиме рабочего дня.....	31

2.5.2 Производственная гимнастика.....	32
<b>3 Конструкторская часть.....</b>	<b>34</b>
3.1 Обоснование конструкторской части.....	34
3.2 Устройство и техническая характеристика существующей конструкции.....	34
3.3 Принцип работы разработанной конструкции.....	36
3.4 Конструктивные расчеты.....	37
3.4.1 Выбор и расчет привода.....	37
3.4.2 Подбор редуктора.....	38
3.4.3 Расчет грузового винта.....	40
3.4.4 Расчет вала.....	42
3.4.5 Выбор муфт.....	43
3.4.6 Подбор цепи.....	44
3.5 Технико-экономическая оценка конструкции .....	47
3.5.1 Расчет массы и стоимости конструкции.....	47
3.5.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции.....	51
<b>Выводы и предложения.....</b>	<b>56</b>
<b>Список использованной литературы.....</b>	<b>57</b>
<b>Спецификации.....</b>	<b>59</b>

## **Введение**

Автомобиль - один из наиболее ярких символов нашей сегодняшней и завтрашней жизни. В автомобилестроении заняты миллионы людей, а если прибавить к ним другие миллионы, работа которых связана с ремонтом и

обслуживанием автомобилей, то кажется, что очень и очень немногие виды человеческой деятельности вовлекают столь же большие количества людей.

Развитие системы технического обслуживания в стране, сопровождающее интенсивный рост парка автомобилей, привело к необходимости внедрения прогрессивных форм и методов организации и технологии обслуживания и ремонта автомобилей, созданию нового современного оборудования и специнструмента.

Подъемники находят все большее применение на станциях технического обслуживания (СТО) в качестве базового оборудования при организации различных рабочих постов основных производственных участков.

Одним из основных преимуществ подъемников является также то, что они позволяют более оптимально организовать технологический процесс технического обслуживания и ремонта автомобилей. Кроме того, подавляющее большинство подъемников сравнительно легко позволяет менять место их установки, что очень важно при современных непрерывно меняющихся условиях производства.

В настоящее время во всем мире выпускается большое количество подъемников разнообразных конструкций и различного назначения. Достаточно сказать, что только в Германии подъемники выпускают 24 фирмы, в Англии-16, причем некоторые из этих фирм выпускают 10 и более типов и их модификаций.

## **1 Анализ состояния вопроса подъемного оборудования**

### **1.1 Подъемно-транспортное оборудование**

Подъемно-транспортное оборудование подразделяется на осмотровое, подъемно-осмотровое, подъемно-транспортное и транспортирующее оборудование и предназначен для обеспечения доступа при ТО-1 и ремонте к

узлам и агрегатам автомобилей для их монтажа-демонтажа и осуществления внутригаражных транспортировок.

К осмотровому оборудованию относятся осмотровые канавы и эстакады.

К основному подъемно-осмотровому оборудованию относятся подъемники различного типа; а к вспомогательному - гаражные домкраты, опрокидыватели автомобилей и другие устройства.

К подъемно-транспортному оборудованию относятся кран-балки, тали (электротельферы), передвижные малогабаритные грузоподъемные краны, а также различные модели тележек с несложными подъемными грузозахватными механизмами. К этой же группе оборудования можно отнести находящие все большее применение целые механизированные комплексы (посты) по замене агрегатов и узлов автомобилей.

К основному транспортирующему оборудованию следует отнести конвейеры для перемещения автомобилей по постам поточных линий для ТО-1, электро- или автопогрузчики, а к вспомогательному - обыкновенные тележки, иногда с разнопрофильными ложементами и захватами для соответствующих узлов и агрегатов автомобилей.

Вышеуказанные виды оборудования в зависимости от конструкции, назначения и способа установки могут быть стационарными либо передвижными, а по диапазону выполняемых работ по различным моделям автомобилей - универсальными или специализированными.

Механизированное оборудование классифицируется также по типу привода - оно может быть пневматическим, электрогидравлическим, комбинированным (например, пневмогидравлическим) и т. д., включая обычный ручной или ножной, с использованием дополнительных устройств (насосов плунжерного типа и т. д.).

К подъемно-транспортному оборудованию предъявляются следующие основные требования:

1. обеспечение максимальных удобств для рабочих;

2. надежность в работе, включая страховку и фиксацию (например, вывешенных автомобилей), а также надежность крепления различных узлов и агрегатов автомобилей при производстве монтажно-демонтажных работ и их транспортировке, т. е. обеспечение безопасности работ;
  - . уменьшение габаритов и металлоемкости конструкций оборудования с одновременным повышением маневренности на ограниченных производственных площадях;
  - . уменьшение энергоемкости за счет использования новейших технологий;
  - . легкость в управлении и простота обслуживания;
  - . стоимость оборудования не должна превышать разумных пределов с целью его быстрой окупаемости.

## **1.2 Подъемно-осмотровое оборудование**

При выполнении ТО и ремонта автомобилей значительная доля работ (40...45%) выполняется снизу, для чего АТО должны оснащаться осмотровым и подъемно-транспортным оборудованием. Классификация осмотрового и подъемно-транспортного оборудования представлена на рисунке -1.

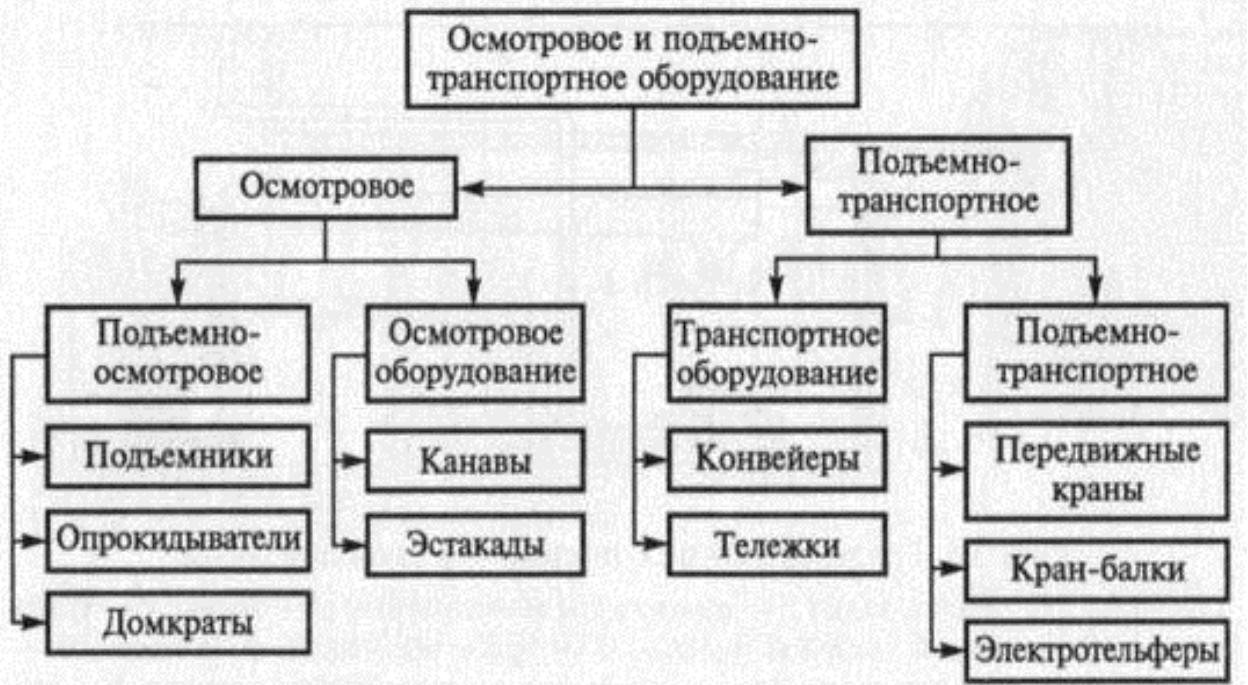


Рисунок 1- Классификация осмотрового и подъемно-транспортного оборудования

К осмотровому и подъемно-осмотровому относится оборудование, обеспечивающее удобный доступ к агрегатам, механизмам и деталям, расположенным снизу и сбоку автомобиля при его ТО и ремонте. Работы по ТО и ремонту, выполняемые снизу автомобиля, могут производиться с полным или частичным вывешиванием или без вывешивания автомобиля. Осмотровое оборудование включает в себя канавы и эстакады.

Осмотровые канавы являются наиболее распространенными универсальными осмотровыми устройствами на АТП. Классификация осмотровых канав представлена на рисунке -2.

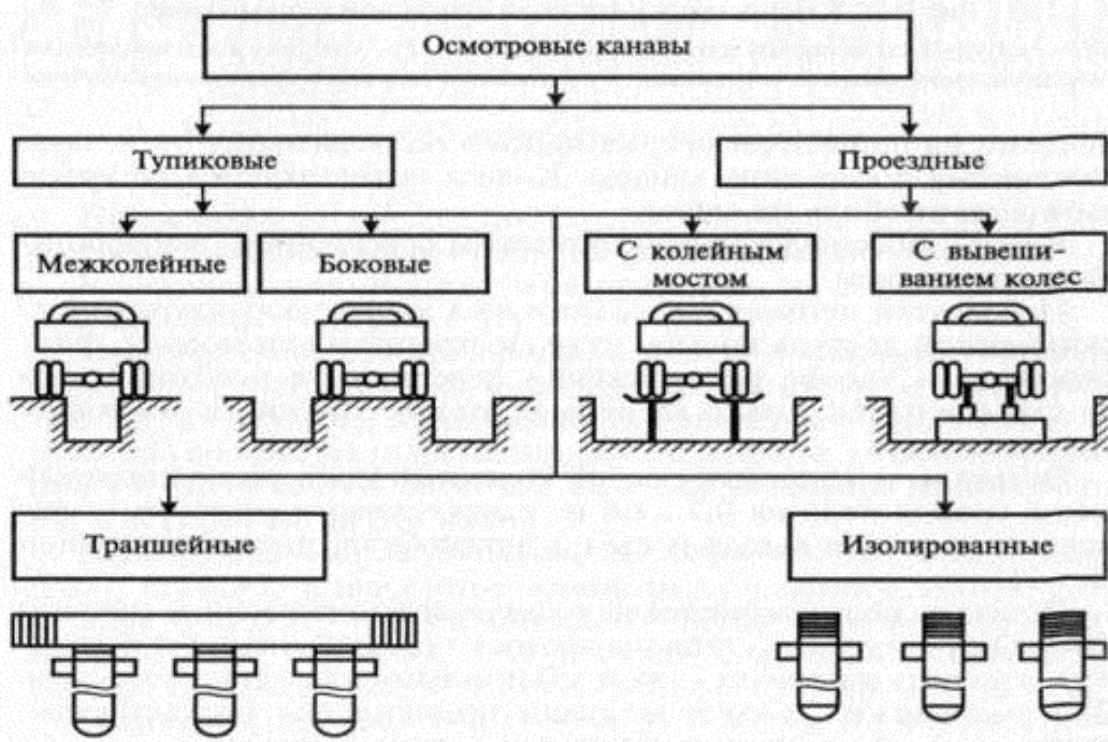


Рисунок 2 -Классификация осмотровых канав

По способу заезда автомобиля на канаву и съезда с нее различают канавы тупиковые и прямоточные (проездные). По ширине канавы подразделяются на узкие (межколейные) и широкие, по устройству - на межколейные и боковые, с коленным мостом и с вывешиванием колес, траншайные и изолированные. Длина канавы должна быть не менее длины автомобиля, но не превышать ее более чем на 0,8 м. Глубина (учитывая дорожный просвет автомобиля) для легковых автомобилей составляет 1,4...1,5 м, а для грузовых и автобусов - 1,2... 1,3 м. Ширина узких межколейных канав обычно не более 1,1м.

Узкие канавы обладают универсальностью и обычно используются в АТП небольшой мощности. Узкие межколейные траншайные канавы имеют траншею, соединяющую несколько параллельных канав по их торцам, для удобства сообщения канав с помещением и между собой. У тупиковых траншайных канав траншею делают открытой. Прямоточные канавы имеют закрытую сверху траншею, используемую для прохода. Глубина открытой траншеи - 1,2... 1,6 м, закрытой - не менее 1,8 м от пола до низа

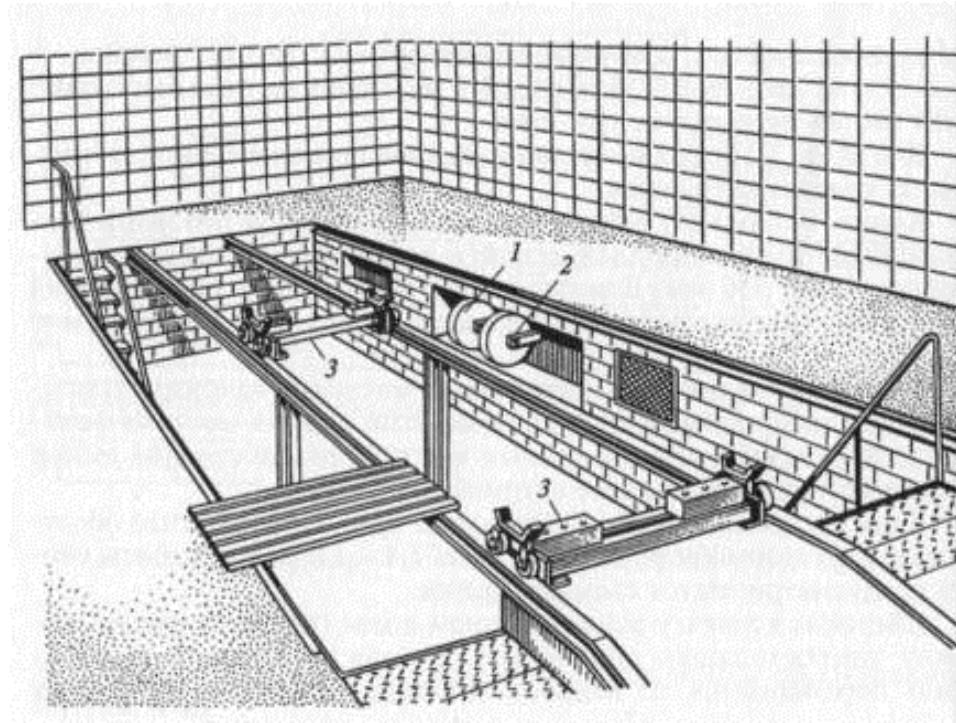
выступающих частей перекрытия траншеи. Для входа и выхода из траншеи делают не менее одной лестницы на каждые пять канав.

Канаву окаймляют внутренней железобетонной ребордой толщиной 100 мм или металлической - толщиной 20...25 мм, высотой не более 150 мм. Для фиксации продольного перемещения автомобиля тупиковые канавы в конце имеют упор под передние колеса.

Широкая канава с колейным мостиком имеет ширину, превышающую габаритную ширину автомобиля, с двумя металлическими или железобетонными узкими мостиками, расстояние между осями которых равно колеи автомобиля.

Длина широкой канавы делается на 1,0... 1,2 м длиннее обслуживаемого автомобиля, ширина - на 1,4...3,0 м. Для работы сбоку предусматриваются съемные трапы. Широкие канавы с вывешиванием колес (рис. 2) имеют ширину, превосходящую габаритную ширину автомобиля. Автомобиль перемещается по канаве, опираясь передними и задними мостами на опоры тележек, катящихся по рельсовому пути, проложенному посередине канавы. Колеса вывешиваются во время въезда автомобиля на канаву. Канава широкого типа с вывешиванием колес представлена на рисунке -3.

Канавы оборудуются электрическим освещением, вентиляцией и отоплением. Недостатки применения осмотровых канав заключаются в ограниченном доступе ко всем узлам и агрегатам автомобиля, фиксированном уровне расположения персонала, в необходимости их строительства только на первых этажах зданий, не имеющих подвалов и т.п.



1 - катушка со шлангом для раздачи солидола; 2 - катушка со шлангом для раздачи трансмиссионной смазки; 3 - тележки для вывешивания автомобиля.

Рисунок 3 - Канава широкого типа с вывешиванием колес

Эстакады представляют собой коленный мост, расположенный выше уровня пола на 0,7... 1,4 м, с наклонными рампами - направлениями для въезда и съезда автомобиля, имеющими уклон 20...25°.

Эстакады подразделяются на тупиковые и прямоточные (проездные). Они могут быть стационарными и передвижными (разборными), а по роду материала - железобетонными или металлическими. Для уменьшения высоты эстакады применяются полуэстакады, отличающиеся от эстакад понижением пола вокруг них.

К подъемно-осмотровому оборудованию относятся подъемники, опрокидыватели и домкраты.

## 2 Технологическая часть

### 2.1 Выбор метода технического обслуживания автомобилей

Общие принципы, на которых основываются правила технического обслуживания автомобилей, заключаются в следующем:

- ТО должно быть плановым;
- эксплуатация машин без проведения работ ТО не допускается;
- правила ТО машин конкретной марки должен включать полный перечень работ, в том числе, смазочных, входящих в данный вид ТО;
- ТО должно проводиться при использовании машин по назначению планировки и хранении ее;
- отметки о проведении работ по ТО должны заноситься в формуляр машины;
- работы всех видов ТО должны проводиться согласно технологии ТО, разработанной заводом-изготовителем, конструкторско-технологическими или научно-исследовательскими учреждениями для машин конкретных марок.

На выбор метода обслуживания влияют следующие факторы:

- сменная программа по ТО данного вида;
- количество и тип подвижного состава;
- характер объема и содержание работ по данному виду ТО (постоянный или переменный);
- число рабочих постов для ТО данного вида;
- период времени, отводимый на обслуживание данного вида;
- трудоемкость обслуживания.

Организация обслуживания поточным методом (на поточной линии) возможна при следующих условиях:

- однотипном подвижном составе;
- равномерном и непрерывном поступлении автомобилей на поточную линию;
- расположение рабочих постов в технологической последовательности;
- закрепление за каждым постом определенных операций;

- одинаковой продолжительности операций на всех рабочих местах каждого поста.

Основанием для перехода на поток служит расчет числа специализированных постов. Принято также считать, что переход на поток целесообразен при следующих условиях:

- а) число однотипных обслуживаемых автомобилей для ЕТО не менее 50, для ТО-1 не менее 100, для ТО-2 не менее 300;
- б) минимальный тakt для ЕТО - 2 мин, для ТО-1 - 10 мин, для ТО-2 - 40 мин.

Однако главным условием перевода ТО автомобилей на поток является стабильность сменной программы линии.

Основным затруднением применения поточной линии при ТО автомобилей является нестабильность трудоемкости обслуживания и сменной программы, вызываемая нерегулярным поступлением автомобилей на обслуживание, разномарочность обслуживаемого парка. Поэтому, несмотря на большую перспективность поточного метода обслуживания, здесь более целесообразным может оказаться тупиковый метод обслуживания. Для участка ТО автотранспортного цеха принят тупиковый метод ТО на универсальных постах.

## **2.2 Планирование технического обслуживания автомобилей**

### **2.2.1 Расчет количества технического обслуживания автомобилей**

Цель планирования ТО - установить число ТО машин, трудозатраты и численность рабочих, а также определить потребность в материальных и денежных средствах.

Эффективность ТО автомобилей зависит, как от количества, так и от своевременности проведения работ.

Например, если автомобиль смазывать нерегулярно, то старая пластическая смазка закоксовывается, и поверхности трещущихся пар

подвергаются коррозии. Такие сочетания при следующей подаче смазки не смазываются или смазка попадает только на часть поверхности. В дальнейшем такие сопряжения выходят из строя.

Действующими положениями устанавливается проведение ТО через определенный пробег автомобиля. Значения пробега между ТО принимаются, учитывая условия эксплуатации подвижного состава.

Наиболее приемлемый способ ТО является графический способ. При графическом способе общее количество ТО и Р на планируемый период определяют построением контрольного плана-графика, используя метод линейной диаграммы.

Строится шкала чередования ТО и ремонтов автомобилей. Проводится линия, для каждой марки автомобилей, длина которой соответствует в масштабе пробегу в километрах до капитального ремонта этой марки автомобиля. На эту линию наносятся, в этом же масштабе, номера ТО и их чередование.

В таблице против каждого автомобиля, в принятых для шкалы ТО и ремонта масштабе и единицах периодичности, наноситься ленточная диаграмма длиной, равной плановому пробегу, с началом от линии отсчета для новых или после капитального ремонта автомобилей. Для автомобилей, бывших в эксплуатации начало ленточной линии должно отстоять от линии отсчета на величину пробега от последнего капитального ремонта или начала эксплуатации. Проецируя ленточную диаграмму на соответствующую марку автомобиля шкалу периодичности, находят количество ТО и ремонта. Результаты расчетов заносят в соответствующие графы план - графики. План ТО и ремонта по месяцам составляется на все автомобили по их государственным номерам. Для этого на ленточную линию наносится в принятых единицах измерения плановой пробег за каждый месяц, и определяется количество ТО за этот месяц.

Плановый месячный пробег автомобилей по маркам взят, как средний пробег автомобилей этой марки за соответствующий месяц за последние три года, и приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Средний пробег автомобилей по месяцам

Месяцы	Автомобили		
	ГАЗ 33086	МАЗ-5550C5-520-021	ГАЗ-3309
Январь	350	1500	150
Февраль	215	1050	1100
Март	1100	2000	2500
Апрель	1570	2500	3350
Май	1650	3150	2950
Июнь	2550	4150	3020
Июль	3500	3550	4550
Август	3900	5500	4800
Сентябрь	3800	6850	3200
Октябрь	1850	2520	1300
Ноябрь	1500	1530	1120
Декабрь	540	1590	280
Всего	22525	35890	28320

Плановый пробег каждого автомобиля заносят в соответствующую графу таблицы «План ТО и ремонта по месяцам».

Количество ТО и ремонтов за месяц находят путем наложения месячного пробега в принятом масштабе на ленточные диаграммы, работающих в этом месяце автомобилей и проецирование полученной части ленточной диаграммы на шкалу периодичности ТО и ремонта.

Контрольный план-график проведения ТО приведен на листе №3, соответственно, графической части данного проекта.

По контрольному плану-графику определено количество планируемых ТО для автомобилей ГАЗ 33086, МАЗ-5550C5-520-021 и ГАЗ-3309 которые приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Количество ТО

Марка	Виды технического обслуживания
-------	--------------------------------

автомобилей	ТО-1	ТО-2	КР	СТО
ГАЗ 33086	21	6	-	6
МАЗ-5550C5-	55	16	2	10
ГАЗ-3309	43	11	2	12

## 2.2.2 Расчет трудоемкости технического обслуживания

При планировании потребности рабочих на ТО и ТР следует исходить из нормативов трудоемкости и достигнутого уровня производительности труда.

Для расчета необходимого количества рабочих и постов ТО необходимо определить трудоемкость ТО.

Годовую трудоемкость объемов работ по ТО-1 определяют по формуле (2.1) [14]:

$$T_1 = \sum N_1 \cdot t_1, \quad (2.1)$$

где  $T_1$ - годовая трудоемкость объемов работ по ТО-1, чел.-ч.;

$N_1$  - количество ТО-1;

$t_1$ - трудоемкость ТО-1.

Принимая во внимание, что для автомобилей МАЗ-5550C5-520-021 и  $t_1=4,4$  [6], для ГАЗ 33086  $t_1=3,2$ , а для ГАЗ-3309  $t_1=2,8$  находим

$$T^K = 55 \cdot 4,4 = 246,4 \text{чел.час.};$$

$$T^3 = 21 \cdot 3,2 = 70,4 \text{чел.час.};$$

$$T^R = 43 \cdot 2,8 = 117,6 \text{чел.час.}$$

Годовую трудоемкость объемов работ по ТО-2 определяют по формуле (2.2) [14]:

$$T_2 = \sum N_2 \cdot t_2, \quad (2.2)$$

где  $T_2$  годовая трудоемкость объемов работ ТО-2, чел.-ч.;

$N_2$ - количество ТО-2;

$t_2$  - трудоемкость ТО-2.

Принимая во внимание, что для автомобилей МАЗ-5550С5-520-021  $t_2=18,9$  [6], а для ГАЗ 33086  $t_2=13,8$ , для ГАЗ-3309  $t_2= 11,8$  находим

$$T_2^K = 16 \cdot 18,9 = 264,6 \text{чел.час.};$$

$$T_2^3 = 6 \cdot 13,8 = 69 \text{чел.час.};$$

$$T_2^F = 11 \cdot 11,8 = 165,2 \text{чел.час.}$$

Годовую трудоемкость объемов работ по ТР определяют по формуле[14]:

$$T_{TP} = \sum \frac{L_c \cdot t_p}{1000}, \quad (2.3)$$

где  $T_{TP}$  - годовая трудоемкость ТР, чел.ч.;

$L_c$ - планируемый среднегодовой пробег, км;

$t_p$  - трудоемкость работ текущего ремонта, отнесенного к 1000 км пробега.

Принимаем во внимание, что для автомобилей МАЗ-5550С5-520-021  $L_c=29814$  и  $t_p= 10,5$  [6], ГАЗ 33086  $L_c =10665$  и  $t_p=5,3$  [4]а для ГАЗ-3309  $L_c =18005$  и  $t_p=5,9$  [6]находим

$$T_{TP}^K = \frac{29814 \cdot 10,5}{1000} = 313 \text{чел.час.},$$

$$T_{TP}^3 = \frac{10665 \cdot 5,3}{1000} = 56,5 \text{чел.час..}$$

$$T_{TP}^F = \frac{18005 \cdot 5,9}{1000} = 106,2 \text{чел.час.},$$

Годовую трудоемкость объемов работ по СТО определяют по формуле:

$$T_{CTO} = t_{cmo} \cdot N, \quad (2.4)$$

где  $T_{CTO}$  - трудоемкость сезонного обслуживания;

*N* - количество СТО.

$$T_{СТО}^K = 4,4 \cdot 10 = 44 \text{чел-час};$$

$$T_{СТО}^3 = 3,2 \cdot 6 = 19,2 \text{чел-час};$$

$$T_{СТО}^F = 2,7 \cdot 12 = 32,4 \text{чел-час}.$$

Трудоемкость работ по самообслуживанию участка ТО предусматривает работы по обслуживанию и ремонту энергетического оборудования, содержанию инженерных коммуникаций, содержанию и к текущему ремонту зданий, ремонт и изготовление приспособлений, нестандартного оборудования и инструментов.

В зависимости от количества обслуживаемых автомобилей процент работ на самообслуживание принимаем 12% [14] и коэффициент самообслуживания принимаем 0,12 [14].

Общую трудоемкость по самообслуживанию пункта ТО автомобилей определяют по формуле [14]:

$$T_{см} = (T_1 + T_2 + T_{tp} + T_{сто}) K_{см}, \quad (2.5)$$

где  $T_{см}$  - трудоемкость по самообслуживанию;

$K_{см}$  - коэффициент самообслуживания.

Подставив все значения, рассчитанные выше в формулу 2.5., находим

$$T_{см}^K = (246,4 + 2645,6 + 44 + 313) \cdot 0,12 = 104 \text{чел.час.};$$

$$T_{см}^3 = (70,4 + 69 + 19,2 + 56,5) \cdot 0,12 = 25,8 \text{чел.час.}$$

$$T_{см}^F = (117,6 + 165,2 + 32,4 + 106,2) \cdot 0,12 = 50,5 \text{чел.час.}$$

Общую трудоемкость ТО автомобилей находим по формуле (2.6):

$$T_{общ} = T_{TO} + T_{см}, \quad (2.6)$$

Принимая во внимание, что для автомобилей МАЗ-5550С5-520-021  $T_{см}=276,6$  чел.ч., а для ГАЗ 33086  $T_{см}=41,3$  чел.ч., находим

$$T_{общ}^K = 866,6 + 104 = 970,6 \text{чел.час.},$$

$$T_{общ}^3 = 215 + 25,8 = 240,8 \text{чел.час..}$$

$$T_{общ}^Г = 420,8 + 50,5 = 471,3 \text{чел.час..}$$

Исходя из этого, находим

$$T_{общ} = 970,6 + 240,8 + 471,3 = 1682,7 \text{чел.ч.}$$

Результаты расчетов приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Трудоемкость ТО

Автомобиль	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>тр</sub>	T <sub>сто</sub>	T <sub>см</sub>	T <sub>общ</sub>
МАЗ-5550С5-	246.4	264.6	313	44	104	970.6
ГАЗ 33086	70.4	69	56.5	19.2	25.8	240.8
ГАЗ-3309	117.6	165.2	106.2	32.4	50.5	471.3
$\Sigma$	452.4	498.8	475.7	95.6	180.3	1682.7

### 2.2.3 Расчет количества мастеров-наладчиков

Количество мастеров-наладчиков подсчитывают по формуле (2.7) [14]:

$$P_p = \frac{T}{\Phi_p} \quad (2.7)$$

где  $P_p$  - количество рабочих, чел.;

$T$  - общая трудоемкость, чел.ч.;

$\Phi_p$  - фонд времени рабочего, ч.

Фонд времени рабочего определяется по формуле (2.8) [6]:

$$\Phi_p = (\Delta_k - \Delta_v - \Delta_n) 7 - \Delta_{пл}, \quad (2.8)$$

где  $\Delta_k$  - количество календарных дней в году;

$\Delta_v$  - количество выходных дней в году;

$\Delta_n$  - количество праздничных дней в году;

$\Delta_{\text{пл}}$ - количество предпраздничных дней в году.

Принимая во внимание, что  $\Delta_k = 365$ ,  $\Delta_b = 104$ ,  $\Delta_p + \Delta_{\text{пл}} = 8$ , находим  $\Phi_p = 2024\text{ч}$ .

Подставив все значения в формулу 2.7., находим

$$P_p = \frac{1682,7}{2024} = 0,83\text{чел..}$$

Принимаем количество рабочих, занятых в пункте ТО принимаем  $P_p = 1$  чел.

#### 2.2.4 Определение площади поста ТО

Число постов определяется в общем виде по формуле (2.9) [14]:

$$n_i = \frac{T_i \cdot K_h}{\Delta_{pr} \cdot C \cdot t_{cm} \cdot P_{cp} \cdot \eta_i}, \quad (2.9)$$

где  $T_i$  - годовой общий объем работ данного вида;

$K_h$ - коэффициент неравномерности загрузки постов;

$\Delta_{pr}$  - число рабочих дней в году соответствующей зоны ( $\Delta_{pr} = 255$  дней);

$C$  - число смен работы;

$t_{cm}$ - продолжительность смены, ч;

$P_{cp}$  — принятое число рабочих на одном посту;

$\eta_i$  - коэффициент использования рабочего времени.

Принимая во внимание, что  $T_i = 1682,7$ ;  $K_h=1,5$ ;  $\Delta_{pr}=255$ ;  $C=1$ ;  $t_{cm}=8$ ;  $P_{cp}=1$ ;  $\eta_i=0,95$  находим

$$n = \frac{1682,7 \cdot 1,5}{255 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,95} = 1,3.$$

Принимаем число постов  $n=2$ . Расчет площади участка ТО ведем для случая, когда на обоих постах будут находиться автомобили МАЗ-5550С5-520-021.

Площадь участка ТО подсчитывают по формуле (2.10) [14]:

$$F = n \cdot f \cdot K_{OB}, \quad (2.10)$$

где  $f$  - площадь, занимаемая автомобилями,  $m^2$ ;

$n$  - число постов;

$K_{OB}$  - коэффициент плотности оборудования.

Принимая во внимание, что  $n=2$ ;  $f=26m^2$ ;  $K_{OB}=5,5$  [14], находим

$$F = 2 \cdot 26 \cdot 5.5 = 286m^2.$$

### **2.3 Технология технического обслуживания**

Перед началом ТО автомобили моют на участках наружной мойки, затем ставят на просушку.

При ТО-1 необходимо провести следующие контрольные (диагностические), крепежные и регулировочные работы.

Провести общие контрольно-осмотровые работы ЕТО. Проверить крепление двигателя и узлов систем питания и выпуска отработавших газов, привод сцепления и свободный ход педали. Проверить крепление, составные части и работу трансмиссии и двигателя.

Проверить люфт в шарнирах и шлицевых соединениях карданной передачи, герметичность соединений ведущих мостов.

Проверить крепление и шплинтовку гаек шаровых пальцев, сошки, рычагов поворотных цапф, состояние шкворней и стопорных шайб гаек, люфт рулевого колеса и шарниров рулевых тяг, подшипников ступиц колес.

Проверить работу компрессора, герметичность трубопроводов, приборов тормозной системы, шплинтовку пальцев штоков тормозных камер пневматического привода тормозов, свободный и рабочий ход педали тормоза.

Проверить состояние рамы, узлов и деталей подвески, буксирного (опорно-цепного) устройства, крепление колес, состояние шин и давление воздуха в них.

Проверить кабину, платформу (кузов) и оперение автомобиля, состояние и действие запорного механизма, упора ограничителя и страхового устройства опрокидывающейся кабины, крепление платформы к раме автомобиля, запасного колеса, крыльев, подножек, брызговиков.

Проверить состояние приборов системы питания, их крепления и герметичность соединений. У дизельных автомобилей проверить действия привода управления подачей топлива.

При обслуживании приборов электрооборудования следует очистить аккумуляторную батарею от пыли и грязи, следов электролита, проверить состояние наконечников проводов и их крепления к выводным штырям, уровень электролита. Проверить действие звукового сигнала, ламп освещения и сигнализации, контрольно-измерительных приборов, фар, подфарников, задних фонарей, стоп-сигнала и стартера; крепление генератора и состояние контактных соединений.

Смазать узлы трения и проверить уровень масла в картерах агрегатов и бочках гидроприводов; проверить уровень жидкости в гидроприводах тормозов и выключения сцепления. Прочистить сапуны коробки передач и мостов; спустить конденсат из воздушных баллонов пневматического привода тормозов.

У дизельных автомобилей слить отстой из топливного бака и фильтров грубой и тонкой очистки топлива, проверить уровень масла в топливном насосе высокого давления и регуляторе частоты вращения коленчатого вала двигателя.

После обслуживания автомобиля необходимо проверить работоспособность агрегатов, механизмов и приборов пробегом автомобиля.

Дополнительные работы по автомобилям-самосвалам и тягачам

заключается в проверке осмотром состояния надрамника, брусьев надрамника и шарнирных устройств подъема платформы, опорноцепного и буксирного устройств, состояние и герметичность соединений маслопроводов, шлангов, действия подъема платформы, состояние заднего борта и действия его запорного устройства. Необходимо проверить уровень масла в бачке механизма подъема, при необходимости долить.

При ТО-2 выполняют все работы, предусмотренные ТО-1, и дополнительно контрольно-регулировочные работы. При необходимости меняют масло в двигателе, агрегатах трансмиссии, рулевом управлении и др.

Приборы систем охлаждения и питания двигателя, электрооборудования, приводов тормозов, гидроусилителя руля и другие должны быть тщательно проверены на автомобиле, а наиболее сложные из них должны быть сняты с автомобиля, проверены и отрегулированы на специальных приборах и стенах.

Необходимо проверить углы установки и поворота передних колес, состояние и регулировку подшипников всех колес.

Проверить состояние окрашенных поверхностей; при необходимости нужно очистить поверхность от коррозии и нанести защитное покрытие.

Сезонное обслуживание проводится при очередном ТО-2 с целью подготовки автомобиля к работе в зимних или летних условиях эксплуатации. При СТО автомобиля выполняют все виды работ, предусмотренные ТО-2, и дополнительно проводят промывку системы - охлаждения двигателя, проверку состояния и действия сливных кранов систем охлаждения, питания и тормозов, проверку заправку систем соответствующей жидкостью. Проводят замену масла в двигателе, агрегатах трансмиссии, рулевом управлении. Проверяют состояние аккумуляторных батарей. Проверить стеклоочистители, термостат и жалюзи радиатора, исправность датчика включения муфты вентилятора,

системы охлаждения, и датчиков аварийных аккумуляторов температуры жидкости охлаждения и давления масла в системе смазки, состояние уплотнений дверей и окон.

Отрегулировать карбюраторы и топливные насосы высокого давления для работы в зимних условиях; укомплектовать автомобили утеплительными чехлами капота и радиатора и буксирным тросом.

## **2.4 Охрана труда и окружающей среды**

### **2.4.1 Инструкция по охране труда при эксплуатации электромеханического подъёмника**

Требования безопасности:

1. К работе на подъёмнике допускаются лица, достигшие 18 лет и внимательно изучившие данную инструкцию. Запрещается работа на подъёмнике в состоянии алкогольного или наркотического опьянения.
2. Проверьте соответствие напряжения в сети, подъёмник работает от питания 380 В, 50 Гц, 3 фазы. Все электротехнические работы должен проводить специалист с соответствующим допуском по электробезопасности.
3. Работу осуществляйте в специальной одежде, не содержащей элементов, которые могут попасть в движущие части подъёмника.
4. Держите рабочее место чистым и свободным от посторонних предметов, загромождение рабочего места приводит к несчастным случаям повреждениям оборудования.
5. Убедитесь, что подъёмник работает корректно, согласно инструкции по эксплуатации.
6. Проверяйте исправность и правильность подключения концевого выключателя максимального подъёма, во избежание повреждения поднимаемого транспортного средства запрещено работать с подъёмником случае неисправности фотоэлектрического сенсора.

7. Периодически осматривайте шланги и разъёмы, и если заметите повреждения, замените их или отремонтируйте. При обнаружении течи и разрывов немедленно прекратите работу.

8. Не допускается подъём транспортного средства с водителем или пассажирами.

9. Следить за тем, чтобы подъёмник использовался для работы исключительно с автомобилями, масса которых не превышает заявленную грузоподъёмность устройства.

10. Персонал и операторы должны оставаться на безопасном расстоянии при подъёме или опускании.

11. Опускание подъёмника должно осуществляться до крайней нижней точки.

12. Удостовериться перед подъёмом, что двигатель автомобиля заглушён, КПП - в нейтральном положении, стояночный тормоз включен.

13. Периодически проверяйте количество жидкости в масляном резервуаре. Для стравливания воздуха, попавшего в гидравлическую систему, несколько раз поднимите и опустите подъёмник, причём подъём осуществляйте на неполную высоту.

14. Риски падения автомобиля с подъёмника. Падение автомобиля с подъёмника может явиться следствием неправильного расположения автомобиля, или когда его размеры не соответствуют типу подъёмника. Также демонтаж тяжёлых элементов автомобиля, таких как двигатель, КПП, кузовные элементы, во время его нахождения на подъёмнике может привести к смещению центра тяжести автомобиля, и как следствие его падению. В этом случае необходимо немедленно покинуть опасную зону.

15. Риск поскользнуться. Возможность поскользнуться около подъёмника существует из-за разлитого масла, грязи на полу около подъёмника.

16. Предприятие не несёт ответственности за возможные повреждения и травмы персонала, транспортных средств или оборудования,

если указанные требования безопасности не соблюдаются персоналом или подъёмник используется не по назначению.

17. Запрещается работа на оборудовании персоналу, не ознакомленному с данной инструкцией, отметка об ознакомлении должна быть внесена в журнал по технике безопасности вашего предприятия.

Требования безопасности перед началом работы:

1. Надеть специальную одежду и подготовить рабочее место.
2. Проверить техническое состояние установки.
3. Соблюдать все требования производственной санитарии: уборка рабочего места и прилегающей территории, чистка инструмента.

Требования безопасности во время работы:

1. Во время работы не отвлекаться, использовать исправное приспособление.
2. При работе с приспособлением не заграждать рабочую зону.
3. Рабочая зона приспособления должна находиться в чистоте, не допускаются разливы масел и других нефтепродуктов.
4. После каждой смены проверять конструкцию на наличие трещин, деформаций или других неисправностей.

Требования безопасности в аварийных ситуациях:

1. При аварии необходимо приостановить работу.
2. При травмировании или внезапных заболеваниях необходимо приостановить работу и сообщить руководителю.

Требования безопасности по окончании работы:

1. При передаче рабочего места необходимо убедиться в рабочем состоянии и комплектности установки, чистоты рабочего места.
2. По окончании работы, привести рабочее место в порядок. (поднести пол, вытереть масляные пятна, удалить мусор и ненужные детали)
3. При наличии во время работы установки недостатков, отклонений подъемник должен доложить заведующему гаражом.

## **2.4.2 Экология и охрана окружающей среды**

Ответственность за состояние и организацию охраны труда на предприятии несет директор. В его обязанность входит: обеспечение соблюдения правовых и нормативных актов на всём предприятии; соблюдение внутреннего распорядка; трудового законодательства; действующих стандартов; правил и норм по охране труда; обеспечение паспортизации санитарно-гигиенического состояния предприятия в целом и по подразделениям; расследование несчастных случаев и профзаболеваний и предоставление отчётности по травматизму; назначение приказом лиц ответственных за состояние охраны труда; контроль за состоянием охраны труда на производственных участках; организация обучения; повышение квалификации работников предприятия согласно ГОСТ 12.0.004 – 90 ССБГ и ГОСТ 46.0.126 – 82 ССБГ; проведение аттестации рабочих мест по условию труда; утверждение инструкции по охране труда.

Главный инженер предприятия и руководители производственных участков также участвуют во всех производственных процессах, принимают активное участие по соблюдению законодательных актов, направленных на обеспечение жизни и здоровья работающих на данном предприятии.

Руководители производственных участков несут ответственность за состояние охраны труда на рабочих местах, и обязаны обеспечивать здоровые и безопасные условия труда, выполняют распоряжение руководителя, органов надзора, специалиста по охране труда, разрабатывают инструкции по охране труда, мероприятия по безопасности труда и организовывают их выполнение.

Параметры микроклимата соответствуют нормативным требованиям ГОСТ 12.1.005 – 86 ССБТ и СНиП.

- скорость воздуха составляет не более 0,9 м/с
- относительная влажность 40...60 %

- запыленность воздушной среды 4...6мг/м<sup>3</sup>

На предприятии введена должность инженера по охране труда, который оказывает помощь в организации программ по улучшению условий и охраны труда, предупреждению травматизма, профзаболеваний, оказывает методическую помощь в разработке инструкций по охране труда, следит за своевременным проведением обучения по охране труда, санитарно-гигиеническим состоянием производственных и вспомогательных помещений.

Место, где построена мастерская, имеет относительно правильную, с небольшим уклоном, поверхность, с низким залеганием грунтовых вод. Прилегающая территория способствует отводу сточных вод и хорошему естественному освещению. Производственные здания располагаются по отношению к другим объектам с соблюдением санитарных и противопожарных разрывов, на территории устроены дороги, пешеходные дорожки, пожарные проезды. Свободные площадки использованы для посадки деревьев, кустарников, устройств цветников и организации зон отдыха.

Предприятие не должно влиять на окружающую среду, а наоборот способствовать к улучшению экологической ситуации на территории.

## **2.5 Производственная гимнастика**

### **2.5.1 Физическая культура в режиме рабочего дня**

Рациональный, научно обоснованный сменный режим труда и отдыха - это такое чередование периодов работы и перерывов на отдых, при котором сохраняется высокая производительность труда и высокий уровень работоспособности человека и отсутствует чрезмерное утомление в течение всей рабочей смены. Оптимальный режим труда и отдыха должен соответствовать следующим основным требованиям. Во-первых, он должен обеспечить высокую производительность труда, показателем которой может

служить количество продукции, произведенной за смену, время, затраченное на единицу продукции, наличие и отсутствие брака. Во-вторых, он способствует сохранению высокого уровня работоспособности, который характеризуется следующими признаками: восстановлением функциональных показателей во время перерывов до уровня, низкого к дорабочему; наличием устойчивого уровня функциональных психофизиологических показателей во время работы и после окончания ее последовательных периодов; быстрой врабатываемостью, длительным поддержанием высокого уровня работоспособности и продолжительности труда; предупреждением и ограничением развития глубоких стадий производственного утомления.

При определении эффективности вновь разработанного режима труда и отдыха необходимо сравнить регулирование ключевых физиологических функций до и после рационализации режима с существующими нормальными границами (пределами) и оптимальным уровнем определения данных ключевых функций.

Для оптимизации сменного режима труда и отдыха, способности и производительности труда используется производственная гимнастика, отдельные упражнения и комплексы оздоровительно-профилактической гимнастики, ходьба, спортивные игры во время обеденного перерыва и другие средства восстановления работоспособности (массаж, водные процедуры, психорегулирующие занятия).

## **2.5.2 Производственная гимнастика**

Особое место в оптимизации режима труда и отдыха принадлежит производственной гимнастике. Богатый опыт сотен предприятий, многочисленные научные исследования, проведенные за последние два десятилетия, как на производстве, так и в лабораториях, утверждают неоспоримую пользу введения рационально организованной

производственной гимнастики в режим труда на различных участках современного производства.

Большое практическое значение производственной гимнастики видно в том, что она способствует ускорению вхождения в работу в начале рабочего дня (вводная гимнастика) и предупреждает снижение работоспособности в конце первой половины рабочего дня и в последних часах работы (физкультурная пауза и физкультминуты). В этом и физиологичен смысл «острого» влияния вводной гимнастики. В середине и в конце рабочего дня применение комплексов физических упражнений физкультурной паузы и физкультурной минуты направлено на ускорение и углубление отдыха во время регламентированных перерывов. В этом физиологический смысл «острого» действия физкультурных пауз и физкультминуток.

### **3 Конструкторская часть**

#### **3.1 Обоснование конструкторской части**

Процесс поднятия автомобиля при проведении номерного ТО, относительно не трудоемкий просе, но при его проведении автомобиль несколько раз нужно поднимать.

Электромеханический подъемник предназначен для подъема автомобиля при проведении номерного ТО.

Внедрение его обосновывается тем, что на СТО нет необходимого количества подъемных механизмов, а применять консольный кран, который имеется в цехе не всегда не целесообразно.

Конструкции таких видов подъемников выполняется в напольном исполнении, а предлагаемая конструкция располагается в смотровой канаве.

В целях экономии рабочего времени при проведении ТО автомобилей на СТО предлагается установить устройство электромеханического подъёма обслуживаемого автомобиля.

#### **3.2 Устройство и техническая характеристика существующей**

## **конструкции**

Электромеханический подъемник предназначен для поднятия колес, мостов и автомобилей на смотровой канаве при проведении ТО.

Электромеханический подъемник состоит:

- 1.Рама
- 2.Редуктор
- 3.Муфта соединительная

- 4.Стойка подъемника
- 5.Вал
- 6.Маточная чайка
- 7.Страховачная чайка
- 8.Штанга направляющая
- 9.Грузовой винт
- 10.Электродвигатель

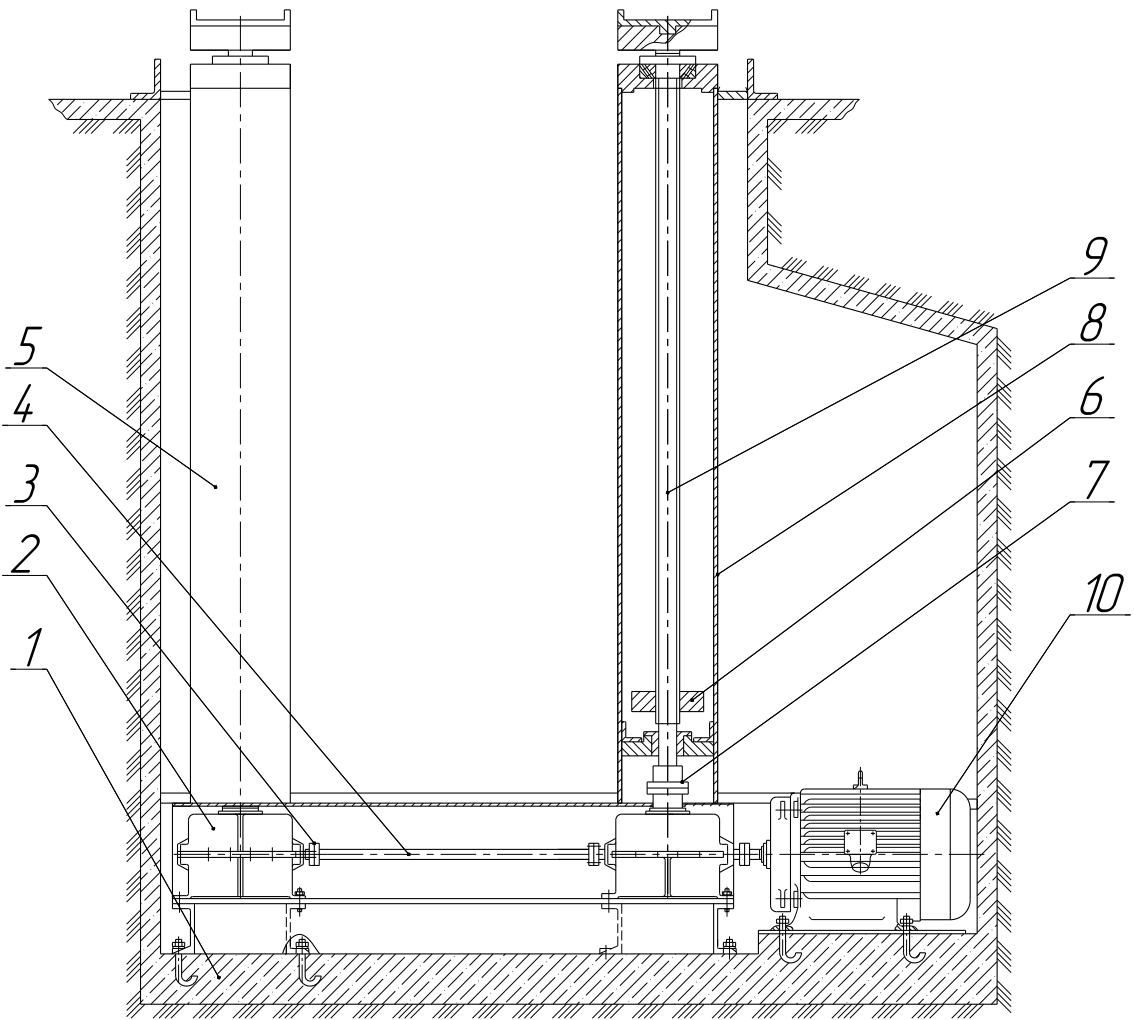


Рисунок 3.1 – Электромеханический подъемник

На раме смонтированы две жестко закрепленные стойки и привод. Стойки подъемника состоят из двух швеллеров №33, приваренных к общему основанию. Рабочие органы подъемника размещены внутри стоек. Каждый рабочий орган включает две цилиндрических штанги, проходящие через втулки в опоре грузового винта и закрепленные концами в верхней и нижней траверсах. В нижнюю траверсу запрессована маточная чайка грузового винта. Несколько ниже этой гайки на винт навернута страховющая гайка. В верхней траверсе закреплены две штанги, которые проходят сквозь направляющие втулки в опоре грузового винта и поддерживают подхват. Подхват предназначен для подъема переднего или задних мостов. В центральное отверстие подхвата вставлен второй подхват для подъема автомобиля за раму.

Максимальный ход подхватов 0,8м. Продолжительность подъема на небольшую высоту 104см. Ход рабочих органов подъемника ограничивается двумя концевыми выключателями, дублированными контрольными выключателями.

Привод подъемника имеет электродвигатель АО-42-4 мощностью 2,8 кВт, с числом оборотов  $1440 \text{ мин}^{-1}$ , два червячных редуктора РЧУ-145-30-4-2-1 ГОСТ 13563-78 и вал, связанный между собой фланцевыми муфтами.

Конструкция привода обеспечивает синхронное вращение грузовых винтов. Подъемник монтируют в специальном углублении в полу смотровой канавы. Чтобы обеспечить устойчивость подъемника, необходимо приварить к обоим его стенкам и направляющим ребордам канавы планки.

### **3.3 Принцип работы разработанной конструкции**

В целях уменьшения металлоемкости и увеличения технологичности конструкции мы предлагаем вместо крайнего редуктора поставить подшипниковый узел, а передачу крутящего момента осуществлять по цепной передаче. Таким образом уменьшается конструкция рамы, порог рамы становится много ниже, уменьшается общая масса конструкции за счёт замены редутрора, соединяющего вала и муфт, но цепную передачу.

При включении кнопки «Пуск» электродвигатель начинает работать. Вращение от электродвигателя через муфты и вал передается в червячный редуктор с вертикальным расположением валов червячных колес с передаточным отношением на грузовой винт. Ко второму грузовому винту момент передаётся через цепную передачу, которая располагается на выходном конце приводного вала редуктора. Винты вращаясь заставляют наворачиваться на них маточные гайки, которые впрессованы в нижние траверсы. Траверсы поднимаются и через направляющие штанги усилие передается на основной подхват который вывешивает автомобиль.

Во время работы с электромеханическим подъемником нельзя снимать

ограждения выводов обмоток и кабельных воронок электродвигателя, а также его движущихся частей (валов и муфт). Эти ограждения следует устраивать так, чтобы нельзя было снять без гаечного ключа или отвертки. Корпуса электродвигателей и пусковой аппаратуры необходимо занулять.

При ремонтных работах на движущейся части электродвигателя или механизма, приводимого им в движение, надо, кроме отключения двигателя, вынуть вставки предохранителей или запереть на замок рычажные приводы рубильников или снять их с рукоятки и вывесить на них запрещающие знаки.

### 3.4 Конструктивные расчеты

По следующим данным рассчитать и спроектировать электромеханический подъемник; максимальная высота подъема – 0,8м, время подъема – 104с, нагрузка - 60 кН.

#### 3.4.1 Выбор и расчет привода

Выбираем электродвигатель.

Потребная мощность электродвигателя для поднятия груза на заднюю высоту рассчитывается по формуле [1]:

$$N_{\text{дд}} = P \cdot v / \eta_{\text{пр}}, \quad (3.1)$$

где  $P$  - нагрузка, Н;

$v$  - скорость подъема, м/с;

$\eta_{\text{пр}}$  - КПД привода, %.

В свою очередь скорость подъёма можно определить из выражения [2]:

$$v = h / t, \quad (3.2)$$

где  $h$  - высота подъема, м;

$t$  - время подъема, с

$$v = \frac{0,8}{104} = 0,007, \text{ м/с.}$$

КПД привода определяется из выражения [2]:

$$\eta_{pr} = \eta^2_{red} \cdot \eta^2_{pod} \cdot \eta^2_{rez}, \quad (3.3)$$

где  $\eta_{red}$  - КПД редуктора, ( $\eta_{red} = 0,7$  [2]);

$\eta_{pod}$  - КПД подшипников общий ( $\eta_{pod} = 0,99$  [3]);

$\eta_{rez}$  - КПД резьбы, ( $\eta_{rez} = 0,5$  [3]).

$$N_{\text{дв}} = \frac{60 \cdot 0,007}{0,7^2 \cdot 0,999^2 \cdot 0,5^2} = 2,66 \text{ кВт.}$$

По расчетной мощности выбираем тип двигателя: трехфазный двигатель АО-42-4 исполнения М100  $N_{\text{дв}} = 3,0 \text{ кВт}$ ,  $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$  [3].

### 3.4.2 Подбор редуктора

Определяем количество оборотов грузового винта необходимое для поднятия груза на требуемую высоту по формуле [2]:

$$Z = H \Big/ S, \quad (3.4)$$

где  $H$  - максимальная высота подъема, м;

$S$  - шаг резьбы, м.

$$Z = \frac{0,8}{8 \cdot 10^{-3}} = 100 \text{ об.}$$

Определяем частоту вращения грузового винта по формуле [2]:

$$n = 60 \cdot Z \Big/ t, \quad (3.5)$$

где  $t$  - время подъема груза, с.

$$n = \frac{60 \cdot 100}{104} = 50 \text{ мин}^{-1}.$$

Следовательно передаточное отношение выбранного редуктора должно быть [2]:

$$U = n_{\text{дв}} \Big/ n_{\text{двиг}}, \quad (3.6)$$

$$U = \frac{1500}{50} = 30.$$

Числовое значение передаточного отношения [2]:

$$U = Z_2 / Z_1, \quad (3.7)$$

$$U = \frac{50}{2} = 25.$$

Уточняем частоту вращения грузового винта [2]:

$$n_{\text{гр}} = n_{\text{дд}} / U, \quad (3.8)$$

$$n_{\text{гр}} = \frac{1440}{25} = 57,6 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточняем время подъема груза на заданную высоту:

$$t = 60 \cdot Z / n_{\text{гр}}, \quad (3.9)$$

где  $Z$  - требуемое число оборотов грузового винта, об.

$$t = \frac{60 \cdot 100}{57,6} = 104 \text{ с.}$$

Выбираем редуктор [3]: РЧУ-125-30-4-2-1, ГОСТ 13563-78  $U=50:2$ ,  $a_w = 0,125\text{м}$ .

### 3.4.3 Расчет грузового винта

Из условия прочности на растяжение определим расчетный диаметр [4]:

$$\delta_{\text{max}} = P / F \leq [\delta]_p, \quad (3.10)$$

$$F = \pi \cdot d^2 / 4, \quad (3.11)$$

Подставив в уравнение (3.9) значение силы  $F$  из уравнения (3.10) получим:

$$\delta_{\text{max}} = 4P / (\pi \cdot d^2) \leq [\delta]_p, \quad (3.12)$$

$$d_1 = \sqrt{4P / (\pi [\delta]_p)}, \quad (3.13)$$

где  $P$  - расчетная нагрузка на грузовой винт, Н;

$[\delta]p$  - допускаемое напряжение на растяжении, ( $[\delta]p = 20 \cdot 10^6$  МПа [3]);

$d_1$  - внутренний диаметр грузового винта, м.

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 50 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 20 \cdot 10^6}} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Из конструктивных соображений примем диаметр грузового винта 0,04 м. Выбор резьбы и ее расчет производим из условия работы грузового винта. Выбираем трапециoidalную однозаходную резьбу с номинальным диаметром вала 48 мм, шаг резьбы  $S = 8$ мм, глубина резьбы  $H2 = 4,5$ мм, высота рабочего профиля резьбы  $H1 = 4$ мм.

Расчет резьбы на срез производим по методике представленной в литературе [4]:

$$\tau_{cp} = P / F_{cc} \leq [\tau], \quad (3.14)$$

$$F_{cc} = 2\pi \cdot r \cdot h \cdot n, \quad (3.15)$$

где  $r$  - радиус вала по внутреннему диаметру резьбы, м;

$h$  - высота профиля резьбы, м;

$n$  - количество витков резьбы находящихся одновременно в зацеплении;

$P$  - нагрузка, Н.

$$F_{cc} = 2 \cdot 3,14 \cdot 20 \cdot 4 \cdot 6 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

$$F'_{cp} = P / [\tau], \quad (3.16)$$

$$[\tau] = (0,2..0,3) \text{ дтек} \text{ дтек} = 180 \text{ МПа} [3].$$

$$[\tau] = (0,2..0,3) \cdot 180 = 48 \text{ МПа} [3].$$

$$F_{cc} = \frac{50 \cdot 10}{48 \cdot 10} = 1,04 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Расчет опоры грузового винта.

Так как грузовой винт работает на растяжение, верхняя опора его подвержена опасности на срез. Рассчитать безопасное сечение можно по формуле (3.13):

При этом сила среза будет определяться из выражения [4]:

$$F_{cc} = 2\pi \cdot r \cdot h, \quad (3.17)$$

где  $r$  - радиус грузового винта вместе среза, м;

$h$  - высота среза, м.

Подставив уравнение для определения срезающей силы в уравнение (2.13) получим:

$$\tau c p = P \Big/ 2\pi \cdot r \cdot h \leq [\tau], \quad (3.18)$$

Выразив из уравнения (3.17) высоту профиля резьбы получим:

$$h = P \Big/ r\pi \cdot r \cdot [\tau], \quad (3.19)$$

$$d_{\text{рез}} = d_h - 2h = 39 \text{ мм} = 39 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

$$r = \frac{39}{r} = 19,5 \text{ мм.}$$

$$[\tau] = (0,2...0,3) \text{ динек} \quad \text{динек} = 180 \text{ МПа} \quad [3].$$

$$[\tau] = (0,2...0,3) \cdot 180 = 36 \text{ МПа} \quad [3].$$

$$h = \frac{50 \cdot 10^3}{2 \cdot 3,14 \cdot 19,5 \cdot 10^{-3} \cdot 36 \cdot 10} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Из конструктивных соображений примем высоту среза  $h = 1,5 \cdot 10^{-3}$  м.

#### 3.4.4 Расчет вала

Так как вал у нас нагружен только крутящим моментом, то проведем расчет на кручение [4]:

$$M_{kp} = 9550 \cdot N \Big/ n, \quad (3.20)$$

где  $N$  - мощность электродвигателя, кВт;

$n$  - число оборотов двигателя, мин<sup>-1</sup>.

$$Mrh = 9550 \cdot 28 / 1440 = 18,56 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Расчет диаметра вала ведем по формуле [4]:

$$d \geq \sqrt{16M_{kp} / \pi [\tau]_{kp}}, \quad (3.21)$$

где  $M_{kp}$  - крутящий момент на валу, н.м

$[\tau]_{kp}$  - допускаемое напряжение на кручение для сталей Ст 40 принимают стандартное ( $[\tau]_{kp} = 20$  МПа [3]).

$$d = \sqrt{\frac{16 \cdot 18,56}{3,14 \cdot 20 \cdot 10^6}} = 17 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Для удобства соединений валов примем диаметр вала равным диаметру выходного вала редуктора  $d = 3 \cdot 10^{-3}$  м.

### 3.4.5 Выбор муфты

Выбор предохранительной муфты соединения электродвигатель – редуктор ведем исходя из условий работы.

Выбираем предохранительную муфту со срезным штифтом. Материал штифта – сталь 40 закаленная HRC 38...43, втулок – сталь 40х HRC 48...53

Диаметр штифта определим из условия среза [4]:

$$F_{cc} = \frac{P_{cp}}{\tau_{scr}}, \quad (3.22)$$

$$du = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{cp}}{\pi \cdot [\tau]}}, \quad (3.23)$$

$$P_{cp} = M_{av} / R, \quad (3.24)$$

где  $M_{av}$  - аварийный момент, ( $M_{av}$  = на 5-10% выше  $M_{расч}$ . [4]).

$[\tau]$  - предел прочности на срез, ( $[\tau] = 400$  МПа [4]).

Расчетный момент находим по формуле [4]:

$$M_{расч} = R \cdot M_{ном}, \quad (3.25)$$

$$M_{расч} = 1,5 \cdot 18,56 = 27,84 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

$$M_{av} = M_{расч} + 0,1M_{расч}, \quad (3.26)$$

$$M_{av} = 24,84 + 0,1 \cdot 27,84 = 30,62 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

$$P_{cp} = \frac{30,62}{30 \cdot 10^{-2}} = 100 \text{ Н.}$$

$$du = \sqrt{\frac{100}{3,14 \cdot 400 \cdot 10^6}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Предохранительная муфта со срезным штифтом  $d\delta = 32 \text{ мм}$ ,  $du = 2,5 \text{ мм}$ .

Выбор предохранительной муфты соединения редуктор – грузовой винт ведем аналогичным способом  $d\delta = 40 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ,  $du = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

Выбор и расчет соединительных муфт, для соединения редуктор – редуктор через вал.

Для данного соединения выбираем две фланцевые муфты одного типа. Муфты выбираем по диаметру вала и по величине расчетного момента [4]:

$$Mp = R \cdot M_{ном} \leq [M], \quad (3.27)$$

Половина общего числа болтов во фланцевой муфте ставится без зазора, поэтому достаточно проверить только их срез из условия прочности [4]:

$$\tau = 4 \cdot Pp / \pi \cdot d^2 \leq [\tau], \quad (3.28)$$

где  $Pp$  - окружная сила, приходящаяся на один болт, Н;

$D_o$  - диаметр окружности расположения болтов, м;

$Z$  - число болтов поставленных без зазора, шт.

$$Mp = 1,5 \cdot 18,56 = 27,84 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

$$Pp = \frac{2 \cdot 27,84}{0,115 \cdot 2} = 242 \text{ Н.}$$

$$d\delta = \sqrt{\frac{4 \cdot Pp}{\pi [\tau]}}, \quad (3.29)$$

где  $[\tau]$  - предел прочности ( $[\tau] = 38 \text{ МПа}$  [3]).

$$d\delta = \sqrt{\frac{4 \cdot 242}{3,14 \cdot 38 \cdot 10^6}} = 17 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Выбираем фланцевые муфты ГОСТ 20761-75 [3]. Материал муфты – сталь, диаметр вала – 30мм. Количество болтов 4 шт. М10

$$Pp = \frac{2 \cdot 27,89}{0,115 \cdot 4} = 121 \text{ Н.}$$

$$d\delta = \sqrt{\frac{4 \cdot 121}{3,14 \cdot 38 \cdot 10^6}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

### 3.4.6 Подбор цепи

Предварительное значение шага однорядной цепи определяется (в мм) по формуле:

$$P' = 4,5(T_1)^{1/3} \quad (3.30)$$

$$P' = 4,5(18,56)^{1/3} = 15,56.$$

Полученные значения шага определяют до ближайшего по стандарту и находят (см. табл. 3.1) значение площади проекции опорной поверхности шарнира однорядной цепи, соответствующей этому шагу.

Из конструктивных соображений и с запасом прочности принимаем 2ПР 19,05-3180.

Таблица 3.1 – Цепи приводные однорядные по ГОСТ 13568-75

Обозначение цепи	A, $\text{мм}^2$	Обозначение цепи	A, $\text{мм}^2$
ПР-8-480	11	ПР-19,05-3180*	105,8
ПР-9,525-910	28	ПР-25,4-5670*	179,7
ПР-12,7-900-1	16,5	ПР-31,75-8850*	262
ПР-12,7-900-2	21,2	ПР-38,1-12700*	394,3
ПР-12,7-1820-1	39,6	ПР-44,5-17240*	473
ПР-12,7-1820-2*	50,3	ПР-50,8-22680*	646
ПР-15,875-2270-1	54,8	ПР-63,5-35380	1000
ПР-15,875-2270-2*	70,9		

Число зубьев ведущей звездочки для передач, у которых  $u \leq 5$  определяют по эмпирической формуле:

$$Z_1 = 29 - u \quad (3.31)$$

$$Z_1 = 29 - 1,82 = 27 \text{ шт.}$$

Принимаем  $Z_1 = Z_2 = 27$

Определение давления в шарнире цепи производится по формуле:

$$\sigma = \frac{K_{\vartheta} \cdot F_t}{A \cdot m_p} \quad (3.32)$$

где А - площадь проекции опорной поверхности шарнира однорядной цепи, мм<sup>2</sup> (см. табл. 1);

$m_p$ - коэффициент рядности,  $m_p=1$  при однорядной цепи,  $m_p=1,7$  при двухрядной цепи  $m_p=2,5$  при трёхрядной цепи;

[ $\sigma$ ] - допускаемое давление в шарнире цепи (см. табл. 2);

$F_t$  - окружная сила, передаваемая цепью, Н приближенное значение ее определяют по формуле  $F_t=6,28*10^3*T_1/(z_1*p)$

$K_{\vartheta}$  - коэффициент, учитывающий условия эксплуатации цепи,

$$K_{\vartheta}=K_d*K_a*K_h*K_{reg}*K_{sm}*K_{rej} \quad (3.33)$$

здесь  $K_d$  - коэффициент динамичности нагрузки,  $K_d=1$  при нагрузке без толчков и ударов (ленточные и цепные транспортеры, вентиляторы);  $K_d=1,2...1,5$  при нагрузке с ударами небольшой интенсивности (компрессоры, автоматические печи, металорежущие станки),  $K_d=1,6...1,9$  при нагрузке с сильными ударами (прессы, дробилки, прокатные станы, вибраторы);

$K_a$  - коэффициент межосевого расстояния;

$K_h$  - коэффициент наклона линии центров,  $K_h=1$  при  $\psi=0...60^\circ$ ;

$K_h=1,25$  при  $\psi=60...90^\circ$ ;

$K_{reg}$  - коэффициент регулировки натяжения цепи,  $K_{reg}=1$ , если регулировка автоматическая,  $K_{reg}=1,25$  при передаче с нерегулируемым натяжением;

$K_{sm}$  -коэффициент смазывания;  $K_{sm} = 0,8$ , если смазывание цепи обильное (масляная ванна),  $K_{sm} = 1$  при непрерывном смазывании цепи при помощи капельницы;  $K_{sm} = 1,5$  при нерегулярном смазывании цепи;

$K_{rej}$  - коэффициент режима,  $K_{rej}=1$  при работе привода в одну смену,  $K_{rej}=1,25$  при работе привода в две смены,  $K_{rej}=1,45$  работе привода в три смены.

Подставив значения получим:

$$K_{\vartheta}=1,6*1*1*1,25*1,5*1,45=4,35.$$

$$\sigma = \frac{4,35 \cdot 20,5}{105,8 \cdot 1} = 0,824$$

Данное значение для выбранной цепи меньше рекомендуемого (21МПа), значит цепь подобрана правильно.

### 3.5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИИ

#### 3.5.1 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_K + G_\Gamma) \cdot K;$$

(3.34.)

где  $G_K$  - масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

$G_\Gamma$  - масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

$K$  - коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкций монтажных материалов;

$$G = (140 + 51,88) * 1,15 = 220,662 \text{ кг.}$$

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2. Расчет массы сконструированных деталей.

№ пп	Наименование деталей.	Объём деталей, см <sup>3</sup> .	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	Рама	56,12	44	1	44
2	Механизм подъёма	53,57	42	2	84
3	Узел подшипниковый	15,31	12	1	12
Итого				4	140

Масса покупных деталей и цены на них представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Масса покупных деталей и цены

№ п п	Наименование деталей.	Количество . .	Масса, кг.		Цены, руб.	
			Одного	Всего.	Одного	Всего.
1	Винты	28	0,04	1,12	10	280
2	Гайки	36	0,04	1,44	11	396
3	Муфты	2	1,2	2,4	12	24
4	Редуктор	1	25	25	13	13
5	Шайбы	42	0,02	0,84	14	588
6	Шпонки	2	0,04	0,08	15	30
7	Электродвигатель	1	21	21	16	16
Итого;				51,88		1347

Балансовая стоимость установки определяется по формуле:

$$Сб = Сод + Спд \cdot Кнад + Ссб + Снакл , \quad (3.35.)$$

где  $Сод$  – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб;

$Спд$  – затраты на покупные детали, узлы, агрегаты по прейскуранту, руб;

$Ссб$  – заработанная планка с начислениями на сборку конструкции, руб;

$Снакл$  – накладные расходы, руб;

$Кнад$  – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью конструкции,  $Кнад = 1,5...1,4$ ;

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяются из выражения:

$$Сод = Сзп + См, \quad (3.36)$$

где  $Сзп$  – заработанная плата рабочих, занятых изготовлением оригинальных деталей, руб;

$См$  – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб;

Зарплата рабочих определяется по формуле:

$$Сзп = Z_{зп} \cdot T_H \cdot m_i \cdot Kдоп , \quad (3.37)$$

где  $Z$  – часовая тарифная ставка рабочих начисляется по соответствующему разряду руб;

$m_i$  – количество деталей, шт;

$T_H$  – трудоёмкость изготовления, чел. час/ед;

$Kдоп$  - коэффициент доплаты и начислений по социальному страхованию,  $Kдоп = 1,44$ ;

Расчёт затрат на заработанную плату при изготовлении оригинальных деталей представлена в таблице 3.4.

Таблица 3.4. Затраты на заработанную плату при изготовлении  
оригинальных деталей

№п п	Наименование деталей.	Количество . .	Норма времен и	Те, чел - час.	Часовая тарифна я ставка, руб/ч.	Сумма зарплаты , руб.
			ч-ч/ед.			
1	Рама	1	1	1	35,5	35,5
2	Механизм подъёма	2	2	4	35,5	142
3	Узел подшипниковый	1	2	2	35,5	71
	Итого	4		7		248,5

Расчёт стоимости материала заготовок оригинальных деталей представлена в таблице 3.5.

Таблица 3.5. Расчёт стоимости материала заготовок оригинальных деталей

№пп	Наименование деталей.	Общая масса деталей, кг;	Коэф. исполь- ния массы заг-ки;	Общая масса заг-ки, кг;	Цена заг- ки, руб/кг;	Стоим- ть матер- а, руб.
1	Рама	44	0,95	46,32	50	2315,79
2	Механизм подъёма	84	0,95	88,42	50	4421,05
3	Узел подшипниковый	12	0,95	12,63	50	631,58
	Итого			147,37		7368,42

$$\text{Сод} = 7368,421 + 248,5 = 7616,92 \text{ руб};$$

Заработанная плата на сборке представлена в таблице 3.6.

Таблица 3.6. Заработанная плата на сборке

Вид работы.	Объём работы, шт.	Норма времени на сборку.	Общая трудоёмкость, чел. час.	Тарифная ставка, руб./чел. час.	Зарплата с начислени ями, тыс.руб.

1.Завертывание винтов;	28	0,1	2,8	40	112
2.установка шпонок;	2	0,3	0,6	40	24
3.Подключение электродвигателя	1	1,2	1,2	40	48
итого	31		4,6		184

$$\sum C_3 n = 184 + 248,5 = 432,50 \text{ руб};$$

$$C_{накл} = 0,95 \cdot \sum C_3 n = 432,5 * 0,95 = 410,88 \text{ руб};$$

$$C_6 = 1347 * 1,5 + 248,5 + 184 + 7368,42 + 410,88 = 10232,30 \text{ руб};$$

Таблица 3.7. Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

Наименование	Обозначение	Варианты	
		Исходный	Проектируемый
Масса конструкции, кг.	G	14	220,662
Техническая производительность, ед/ч	Wr	13	15
Балансовая стоимость, руб.	C <sub>б</sub>	35000	10232,30
Потребляемая мощность, кВт.	N <sub>е</sub>	0,4	0,2
Количество обслуживающего персонала, чел.	n <sub>обсл</sub>	1	1
Разряд работы	-	IV	IV
Тарифная ставка, руб/чел.ч.	Z	40,5	40,5
Норма амортизации, %.	a	20,00	20,00
Норма затрат на ремонт и ТО, %.	H <sub>рто</sub>	15	15
Годовая загрузка конструкции, ч.	T <sub>год</sub>	1200	1200

### 3.5.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции

Энергоёмкость процесса определяется по формуле:

$$\mathcal{E}e = \frac{Ne}{Wr}; \quad (3.38)$$

где  $Wr$  – техническая производительность, ед. техники/ч;

$Ne$  – мощность потребляемая установкой, кВт;

$$\mathcal{E}e = 0,2/15 = 0,01 \text{кВт}\cdot\text{ч/ед};$$

$$\mathcal{E}e' = 0,4/13 = 0,03 \text{кВт}\cdot\text{ч/ед};$$

Фондоёмкость определяется по формуле:

$$Fe = \frac{C_0}{Wr \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}; \quad (3.39)$$

где  $C_0$  - балансовая стоимость установки ,руб.;

$T_{год}$  и годовая загрузка установки, ед. техники/год;

$T_{сл}$  – срок службы установки, лет;

$$Fe = 10232,30/(15 * 1200 * 5) = 0,11 \text{ руб/ед};$$

$$Fe' = 35000/(13 * 1200 * 5) = 0,45 \text{ руб/ед};$$

Металлоемкость процесса:

$$Me = \frac{G_T}{Wr \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}; \quad (3.40)$$

где  $G_T$  - масса установки, кг;

$$Me = 220,66/(15 * 1200 * 5) = 0,00245 \text{ кг/ед};$$

$$Me' = 280/(13 * 1200 * 5) = 0,00359 \text{ кг/ед};$$

Трудоёмкость процесса:

$$Te = \frac{n_{обсл}}{Wr}; \quad (3.41)$$

где  $n_{обсл}$  – количество обслуживающего персонала, чел;

$$Te = 1/15 = 0,06667 \text{ чел}\cdot\text{ч/ед};$$

$$Te' = 1/13 = 0,07692 \text{ чел}\cdot\text{ч/ед};$$

Эксплуатационные затраты определяются по формуле:

$$S_{ЭКС} = C_{зп} + C_{рто} + A + C_{см}; \quad (3.42)$$

где  $C_{зп}$  – затраты на оплату труда, руб/ед;

$C_{рто}$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/ед;

$C_{стм}$  – затраты на ТСМ, руб/ед;

$A$  – амортизационные отчисления, руб/ед;

$$C_{зп} = Z \cdot Te \cdot Kд \cdot Kст \cdot Kом \cdot Kсоц; \quad (3.43)$$

где  $Z$  – часовая тарифная ставка;

$Kд, Kст, Kом, Kсоц$  – коэффициенты дополнительный, оплаты за стаж, отпуск, и начислений оп социальному страхованию.

$$C_{зп} = 0,07 * 40,5 * 1,5 * 1,1 * 1,1 * 1,12 = 5,49 \text{ руб/ед};$$

$$C_{зп}' = 0,08 * 40,5 * 1,5 * 1,1 * 1,1 * 1,12 = 6,33 \text{ руб/ед};$$

$$C_{эл} = Эе * Цэл; \quad (3.44)$$

где  $Цэл$  – тариф за электроэнергию;

$$C_{эл} = 0,01 * 4,1 = 0,05 \text{ руб/ед}$$

$$C_{эл} = 0,03 * 4,1 = 0,13 \text{ руб/ед}$$

$$C_{рто} = \frac{Cб \cdot H_{рто}}{100 \cdot Wr \cdot T_{год}}; \quad (3.45)$$

где  $H_{рто}$ , - норма отчислений на ремонт и техническое обслуживание %;

$$C_{рто} = 10232,30 * 15 / (100 * 15 * 1200) = 0,09 \text{ руб/ед};$$

$$C_{рто}' = 35000 * 15 / (100 * 13 * 1200) = 0,34 \text{ руб/ед};$$

Амортизационные отчисления:

$$A = \frac{Cб \cdot a}{100 \cdot Wr \cdot T_{год}}; \quad (3.46)$$

где  $a$ , - норма отчислений на амортизацию, %;

$$A = 10232,30 * 20 / (100 * 15 * 1200) = 0,11 \text{ руб/ед};$$

$$A' = 35000 * 20 / (100 * 13 * 1200) = 0,45 \text{ руб/ед};$$

$$S_{ЭКС} = 5,49 + 0,05 + 0,09 + 0,11 = 5,74 \text{ руб/ед};$$

$$S_{ЭКС}' = 6,33 + 0,13 + 0,34 + 0,45 = 7,24 \text{ руб/ед};$$

Уровень приведённых затрат определяется по формуле:

$$C_{нр} = S + Ен \cdot Куд \quad (3.47)$$

где  $Ен$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,1;

$Куд$  – удельные капитальные вложения, руб/ед.

$$Cnp = 5,74 + 0,1 * 1347 = 140,44 \text{ руб/ед},$$

$$Cnp' = 7,24 + 0,1 * 35000 = 3507,24 \text{ руб/ед}.$$

Годовая экономия от применения спроектированной установки определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) * Wr * T_{\text{год}}, \quad (3.48)$$

где  $S_0, S_1$  – эксплуатационные затраты до внедрения установки и после, руб/ед.;

Дополнительные капитальные вложения определяются по формуле:

$$\Delta K = \left( \frac{K_1}{Wr_1 \cdot T_{\text{год}}} \cdot \frac{K_0}{Wr_0 \cdot T_{\text{год}}} \right) \cdot Wr_1 \cdot T_{\text{год}},$$

где  $K_1$  и  $K_0$  – капитальные вложения проектируемой и существующей конструкции;

$$\Delta K = (11255,53 / (15 * 1200)) - (38500 / (13 * 1200)) * 15 * 1200 = -33167,6.$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (7,24 - 5,74) * 1200 * 5 = 9013,06 \text{ руб};$$

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - En \cdot \Delta K = 9013,06 - 0,15 * -33168 = 13988,19 \text{ руб};$$

$$Tok = 33167,55 / 9013,06 = 3,68 \text{ года},$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\phi} = \frac{1}{Tok}, \quad (3.49)$$

Отсюда

$$E_{\phi} = 1 / 3,68 = 0,27$$

Технико-экономические показатели конструкции приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7. Технико-экономические показатели конструкции

Наименование показателей.	Проектируемая	Существующая	%
1. Часовая производительность, ед/ч;	15,00	13,00	115,38
2. Фондоёмкость, руб/ед;	0,114	0,449	25,34
3. Энергоёмкость, кВт ч/ед;	0,013	0,031	43,33
4. Металлоёмкость, чел. ч/ед;	0,00245	0,00359	68,30
5. Трудоёмкость, чел. ч/ед;	0,07	0,08	86,67

6. Уровень эксплуатационных затрат, руб/ед;	5,74	7,24	79,26
7. Уровень приведённых затрат, руб/ед;	140,44	3507,24	4,00
8. Годовая экономия, руб	9013,06	-	-
9. Годовой экономический эффект, руб	13988,19	-	-
10. Срок окупаемости, лет	3,68	-	-
11. Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений.	0,27	-	-

## **Выводы и предложения**

Себестоимость грузовых перевозок в Республике Татарстан растет в основном из-за повышения расходов на ремонт автомобилей.

С целью уменьшения себестоимости грузоперевозок и затрат на содержание автопарка необходимо организовать качественное и своевременное техническое обслуживание подвижного состава.

В предприятиях РТ целесообразно организовать техническое обслуживание автомобилей тупиковым методом на универсальных постах.

Разработанная конструкция электромеханического подъемника позволит существенно поднять производительность труда при проведении технических обслуживаний грузовых автомобилей.

Если учитывать все технико-экономические показатели, то внедрение предлагаемой конструкции подъемника будет экономически эффективным, и может быть с успехом использовано в условиях производства и для других хозяйств, эксплуатирующих автомобильный парк.

## **Список использованной литературы**

1 Адигамов Н.Р. и др. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавров по направлению 23.03.03

«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» - Казань: Изд-во Казанский ГАУ, 2018.

2 Ануриев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя: В 3-х томах - 9-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2006. – 968 с.

3 Басаков М. И. Охрана труда (безопасность жизнедеятельности в условиях производства): Учебно-практическое пособие. - М.: ИКЦ «МАрТ», 2003. - 400 с.

4 Булгариев Г.Г. и др. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС): - Казань: Изд-во Казанский ГАУ, 2012.

5 Безопасность жизнедеятельности: Учебник. / Под ред. Белова С.В. 7-е изд. - М.: Высшая школа, 2007. - 443 с.

6 Беляев Н. М. Сопротивление материалов: М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука». 1979. - 608 с.

7 Богданов В.Н., Малежик И.Ф. и др. Справочное руководство по черчению. - М.: Машиностроение, 1989. - 864 с.

8 Жилов Ю.Д., Куценко Г.И. Справочник по медицине труда и экологии. - 2-е изд., прераб. и доп. –М.: Высшая школа. 1995. - 175 с.

9 Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. - 2-е изд., перераб. И доп. - М.: Колос, 2003. - 423 с.

10 Иванов М.И. Детали машин, пятое издание, переработанное - М.: Высшая школа, 1991. - 460 с.

11 Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие. – Казань: РИЦ «Школа», 2004.- 144с.

12 Межотраслевые пропила по охране труда на автомобильном транспорте: ПОТ Р М-027-2003

13 Мизинов В.Н. Чманский В.М. Научная организация труда и управление на автотранспортных предприятиях. М.: Транспорт, 1974. - 170 с.

14 Напольский Г.М. Технологическое проектирование АТП и СТО. - М.: Транспорт, 1993. -272с.

15 ОНТП - 01 - 91. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. - М.: Гипроавтотранс, 1991. - 188 с.

16 Решетов Д.Н. Детали машин учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989. - 496 с.

17 Российская автотранспортная энциклопедия. В 3-х т./ Под ред. В.Н. Луконина - 3-е изд. - М.: Просвещение, 2001.

18 СНиП 209.03-85. Сооружение промышленных предприятий.

19 Техническая эксплуатация автомобилей. - Под ред. Е.С. Кузнецова. - 4-е изд. - М. Наука, 2001. - 535 с.

20 Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей учеб./ Ю.И. Боровских, Ю.В. Буралев и др. - М.: Высшая школа, Академия. 1997 - 528 с.

21 <http://elibrary.ru/>

22 [www.ibooks.ru](http://www.ibooks.ru)

23 [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)

24 [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)

25 <http://znanium.com/>