



**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 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выпускную квалификационную работу**

Студента Ибрагимова Гаделя Рузелевича

Тема ВКР Проектирование пункта технического обслуживания автомобилей  
с разработкой гаражного крана

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

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР \_\_\_\_\_ июнь 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 конструкций  
гаражных кранов; 2. Технологические расчеты; 3. Охрана труда и техника  
безопасности; 4. Охрана окружающей среды; 5. Проектная часть.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Перечень графических материалов \_\_\_\_\_

Лист 1 – Обзор конструкций гаражных кранов

Лист 2 – Пост ТО и Р

Лист 3 – План-график ТО автомобилей

Листы 4, 5 – Сборочные и рабочие чертежи конструкции

Лист 6 – Техничко-экономические показатели

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Конструктивная часть	

6. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_ 2018 года

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ состояния вопроса	15.05.2018г.	
2	Технологическая часть	20.05.2018г.	
3	Проектная часть	30.05.2018г.	
4	Оформление ВКР	15.06.2018г.	

Студент \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

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

АННОТАЦИЯ

на выпускную квалификационную работу Ибрагимова Гаделя Рузелевича на тему: «Проектирование пункта технического обслуживания автомобилей с разработкой гаражного крана»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 57 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 7 рисунков, 17 таблиц, список использованной литературы содержит 22 наименований.

В первом разделе состояние вопроса, дан анализ гаражных кранов.

Во втором разделе технологические расчеты, дается расчет, проектирование пункта ТО и Р, спроектированы мероприятия по охране труда и технике безопасности при использовании гидравлического гаражного крана. Также спроектированы мероприятия по защите окружающей среды, проведен анализ и разработаны мероприятия по экологии окружающей среды на предприятии и рекомендации по ее улучшению.

В третьем разделе разработан гидравлический гаражный кран, а так же узлы крана, приведено экономическое обоснование проектных предложений и сравнительный анализ по технико-экономическим показателям.

Пояснительная записка заканчивается выводами и предложениями.

## ABSTRACT

for the final qualifying work of Ibragimov Gadel Ruzelevich on the theme:  
"Design of the service point of cars with the development of a garage crane»

The final qualifying work consists of an explanatory note on 57 sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

Explanatory note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes 7 figures, 17 tables, a list of references contains 22 items.

In the first section of the state of the issue, the analysis of garage cranes.

In the second section, technological calculations, calculation, design of the point TO and P, designed measures for labor protection and safety when using a hydraulic garage crane. Also, measures for environmental protection were designed, the analysis and development of measures for environmental ecology at the enterprise and recommendations for its improvement.

In the third section developed a hydraulic garage crane, as well as components of the crane, given the economic feasibility of the project proposals and a comparative analysis of the technical and economic indicators.

The explanatory note ends with conclusions and suggestions

## СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА МТП.....	9
2 РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	18
2.1 Выбор метода технического обслуживания автомобилей.....	18
2.2 Планирование технического обслуживания автомобилей	19
2.2.1 Расчет количества технического обслуживания автомобилей.....	19
2.2.2 Расчет трудоемкости технического обслуживания.....	22
2.2.3 Расчет количества мастеров-наладчиков.....	25
2.3 Технология технического обслуживания.....	27
2.4 Охрана труда и окружающей среды.....	30
2.4.1 Инструкция по охране труда при эксплуатации гаражного крана.....	30
2.4.2 Экология и охрана окружающей среды.....	32
2.5 Производственная гимнастика.....	34
2.5.1 Физическая культура в режиме рабочего дня.....	34
2.5.2 Производственная гимнастика.....	35
	32
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	37
3.1 Классификация гидравлических кранов.....	37
3.2 Описание конструкции разрабатываемого гидравлического крана.....	38
3.3 Конструктивные расчеты.....	39
3.4 Определение размеров упора.....	42
3.4.2 Расчет пальца на прочность.....	44
3.5. Обоснование размеров масляного бака.....	45
3.6. Выбор распределительного устройства.....	46

3.7. Инструкция по использованию и уходу за предлагаемой конструкцией.....	47
3.8 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОНСТРУКТОРСКОЙ РАЗРАБОТКИ .....	48
3.8.1 Оценка конструкторской разработки.....	48
3.9. Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции.....	49
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	56
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	58

## 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.

Гаражные краны находят все большее применение на станциях технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей в

качестве базового оборудования при организации различных рабочих процессов на производственных участках.

Одним из основных преимуществ гаражных кранов является также то, что они позволяют более оптимально организовать технологический процесс технического обслуживания и ремонта автомобилей. Кроме того, отличительной чертой большинства гаражных кранов является – легкость, примитивность эксплуатации, воспользоваться им может даже неквалифицированный работник или человек без каких-либо технических навыков.

Поэтому целью выпускной квалификационной работы является разработка гидравлического гаражного крана.

## 1. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

В наше время все станции технического обслуживания оборудованы специализированными стендами, подъёмниками кранами. Они помогают облегчить работу. Так как они помогают поднять тяжелые двигатели и их узлы, определить степень поломки и состояние техники. Станции технического обслуживания трудно представить без гидравлического крана для подъёма двигателей и их узлов.

Гидравлические краны для станций ТО, по механизмам привода, можно разделить на несколько типов:

- Ручные;

- Электрогидравлические;
- Пневматические.

Можно сказать, что самыми надежными кранами являются электрогидравлические. Они удобные, экономичные, с точки зрения обслуживания, самые простые. Гидравлические подъемники для СТО принято классифицировать еще и по конструкционной особенности:

- складные;
- нескладной конструкцией
- передвижные
- стационарно закрепленные к полу.

Главными критериями выбора гидравлического крана являются:

1. Грузоподъемность;
2. Габариты;
3. Тип привода.

Гидравлические краны применяются во всех сферах деятельности человека. Сейчас трудно представить работу СТО, без этих кранов.

Гидравлические краны чаще всего бывают передвижные и с электрогидравлическим приводом. Они безопасны в использовании и удобны в эксплуатации.

Они сами по себе представляют удобную в эксплуатации конструкцию. Главное свойство гидравлического подъемника является равномерное поднятие стрелы. Стрела поднимается благодаря гидроцилиндру который приводится в действие с помощью насоса, насос вращается за счет электродвигателя. В гидроцилиндре установлен предохранительный клапан, который сохраняет экстренное опускание стрелы.

В настоящее время существуют разные марки и виды гидравлических кранов. Рассмотрим несколько видов гидравлических кранов и патенты на них.

Авторское свидетельство:

Номер патента: 2043298 Гидравлический кран DBJ 30

Формула изобретения: Подъемник, содержащий основание, установленную на последнем с возможностью поворота в вертикальной плоскости стрелу, имеющую по крайней мере два звена, шарнирно соединенных между собой, и механизм раскладывания звеньев стрелы, включающий в себя подкос, связывающий звенья стрелы путем шарнира, расположенного на одном конце подкоса и смонтированного на одном из звеньев, отличающийся тем, что механизм раскладывания звеньев стрелы содержит гибкий орган, огибающий блок, размещенный в верхней части нижерасположенного звена стрелы и связанный одним концом с основанием, при этом другой конец подкоса этого механизма соединен с другим концом гибкого органа и имеет ролик, установленный в направляющих, размещенных на другом звене.

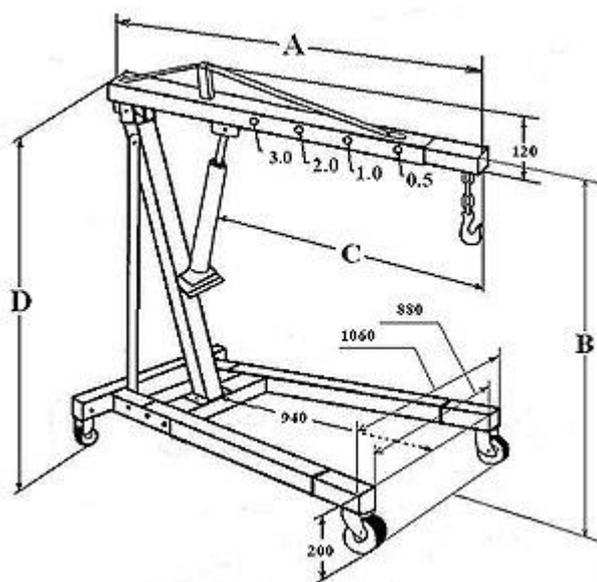


Рисунок 1.1 – Гидравлический кран DBJ 30

Таблица 1.1 – Технические характеристики Гидравлический кран DBJ 30

Г/п, т	Длина стрелы (А), мм	Высота крюка, мм		Высота стрелы (В), мм	Вылет стрелы от гидравл. (С), мм	Общая высота (D), мм	Вес, кг
		Нижнее положение	Верхнее положение				
<b>0,5</b>	2000	0	2350	2710	1440	1560	60
<b>1,0</b>	1790	50	2220	2600	1160		
<b>2,0</b>	1580	220	2100	2470	980		
<b>3,0</b>	1370	360	1950	2350	790		

Наименование	Г/п, кг	Высота подъема, мм
Гидравлический кран DBJ 30	500-3000	50-2350



Рисунок 1.2 – гидравлический кран Т62201

Таблица 1.2 – Техническая характеристика гаражного гидравлического крана Т62201

Грузоподъемность	1т
Длина стрелы:	1000-1520 мм
Длина стрелы:	1000-1520 мм
Высота крюка:	0-2250 мм
Высота крюка:	0-2250 мм



Рисунок 1.3 – Гаражный кран OMAS T32002X

Таблица 1.3 – Техническая характеристика гаражного крана OMAS T32002X

Грузоподъемность, кг	2000
Высота подъема, мм	25-2000
Длина, мм	1750
Ширина, мм	1040
Высота, мм	1486
Масса, кг	60



Рисунок 1.4 – SR-4161 Гидравлический кран для снятия двигателя складной

Грузоподъемность	1000 кг
Минимальная высота подхвата	25 мм
Максимальная высота подъема	2030 мм
Вес	72 кг

Кран гидравлический предназначен для подъема и транспортировки различных деталей автомобилей.

Подъемная стрела у гидравлического крана имеет несколько положений по длине. При изменении длины стрелы грузоподъемность кранов изменяется.

Складной гаражный кран используется для поднятия, вывешивания и перемещения грузов по ровной поверхности. Четырехпозиционная стрела и складная конструкция обеспечивают удобство работы с краном.

Патент № 2199484 Кран подкатной складной для снятия двигателя ЛТС

Изобретение относится к подъемно-транспортным механизмам, а именно к автомобильным гидравлическим подъемникам. Подъемник автомобильный гидравлический содержит рукоять с телескопической стрелой, установленную на поворотной колонне опорной рамы с возможностью перевода из транспортного сложенного положения в рабочее разложенное, причем рукоять шарнирно сочленена с основанием стрелы, имеющей выдвижную секцию, люльку, подвешенную к стреле, которая снабжена датчиком положения ее относительно горизонта и системой ее ориентации с исполнительным механизмом, выносные опоры и насос для подачи рабочей жидкости в гидросистему подъемника. Согласно изобретению стрела снабжена второй выдвижной секцией, к оголовку которой прикреплен конечный выключатель для сигнализации крепления люльки, выполненной съемной, люлька снабжена установленным на ее боковой поверхности с внешней стороны устройством сигнализации отрыва ее от поверхности земли и размещенным в ее нижней части датчиком усилия ограничителя

предельного груза в люльке. Упомянутый датчик установлен на конструкции, состоящей из верхнего и нижнего оснований и связей, образующих шарнирный параллелограмм для передачи нагрузки на этот датчик, и соединенной с V-образным кронштейном, шарнирно прикрепленным к вилке люльки, подсоединенной к оголовку второй выдвижной секции. Первая выдвижная секция снабжена конечным выключателем для ограничения высоты подъема люльки, на выносных опорах установлены конечные выключатели сигнализации установки опор, а на автомобиле установлен второй гидронасос, служащий для подачи рабочей жидкости в систему ориентации люльки, подъемник снабжен разъемными соединениями электро- и гидрооборудования для отсоединения люльки в режиме работы подъемника в качестве манипулятора и крепления к оголовку второй выдвижной секции в этом режиме крюковой подвески и ограничителем предельного груза в упомянутом режиме, который закреплен на поворотной колонне и имеет датчик давления, срабатывающий при превышении предельной нагрузки при подъеме груза. Изобретение обеспечивает повышение удобства эксплуатации подъемника за счет обеспечения использования его в режиме крана-манипулятора и режиме подъемника, а также обеспечивает повышение безопасности. 6 ил.

Подъемник автомобильный гидравлический, содержащий рукоять с телескопической стрелой, установленную на поворотной колонне опорной рамы с возможностью перевода из транспортного сложенного положения в рабочее разложенное, причем рукоять шарнирно сочленена с основанием стрелы, имеющей выдвижную секцию, люльку, подвешенную к стреле, которая снабжена датчиком положения ее относительно горизонта и системой ее ориентации с исполнительным механизмом, выносные опоры и насос для подачи рабочей жидкости в гидросистему подъемника, отличающийся тем, что стрела снабжена второй выдвижной секцией, к оголовку которой прикреплен конечный выключатель для сигнализации крепления люльки, выполненной съемной, люлька снабжена установленным на ее боковой поверхности с

внешней стороны устройством сигнализации отрыва ее от поверхности земли и размещенным в ее нижней части датчиком усилия ограничителя предельного груза в люльке, упомянутый датчик установлен на конструкции, состоящей из верхнего и нижнего оснований и связей, образующих шарнирный параллелограмм для передачи нагрузки на этот датчик, упомянутая конструкция соединена с V-образным кронштейном, шарнирно прикрепленным к вилке люльки, подсоединенной к оголовку второй выдвижной секции, при этом первая выдвижная секция снабжена конечным выключателем для ограничения высоты подъема люльки, на выносных опорах установлены конечные выключатели сигнализации установки опор, а на автомобиле установлен второй гидронасос, служащий для подачи рабочей жидкости в систему ориентации люльки, подъемник снабжен разъёмными соединениями электро- и гидрооборудования для отсоединения люльки в режиме работы подъемника в качестве манипулятора и крепления к оголовку второй выдвижной секции в этом режиме крюковой подвески и ограничителем предельного груза в упомянутом режиме, который закреплен на поворотной колонне и имеет датчик давления, срабатывающий при превышении предельной нагрузки при подъеме груза.



Рисунок 1.4 Кран подкатной складной для снятия двигателя ЛТС

Четырехпозиционная телескопическая стрела с захватным крюком из закаленной стали.

Конструкция быстро складывается, что позволяет экономить место при хранении, а также обеспечивает удобство транспортировки. 4 поворотных колеса обеспечивают маневренность крана и его установку в нужном месте.

8-ми тонный силовой гидроцилиндр с шарнирной рукоятью способствует быстрому снятию двигателя и его перемещению в любом направлении.

Грузоподъемность: 1 т.

Габаритные размеры: 1680/650/450 мм. (Д/Ш/В)

Вес: 96600 г

## **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 должны включать полный перечень работ, в том числе, смазочных, входящих в данный вид ТО;
- ТО должно проводиться при использовании машин по назначению планировки и хранения 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 такт 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 закоксувается, и поверхности трущихся 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, наносится 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		
	ГАЗон NEXT	КамАЗ	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 ГАЗон NEXT, КамАЗ и ГАЗ-3309 которые приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Количество ТО

Марка автомобилей	Виды технического обслуживания			
	ТО-1	ТО-2	КР	СТО
ГАЗон NEXT	21	6	-	6
КамАЗ	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 КамАЗ и  $t_1=4,4$  [6], для ГАЗон NEXT  $t_1= 3,2$ , а для ГАЗ-3309  $t_1= 2,8$  находим

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

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

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

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 КамАЗ  $t_2=18,9$  [6], а для ГАЗон NEXТ  $t_2=13,8$ , для ГАЗ-3309  $t_2= 11,8$  находим

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

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

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

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

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

где  $T_{ТР}$  - 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 КамАЗ  $L_c=29814$  и  $t_p=10,5$  [6], ГАЗон NEXТ  $L_c =10665$  и  $t_p=5,3$  [4]а для ГАЗ-3309  $L_c =18005$  и  $t_p=5,9$  [6]находим

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

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

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

Годовую трудоемкость объемов работ по СТО определяют по формуле:

$$T_{СТО} = t_{сно} \cdot N, \quad (2.4)$$

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

$N$  - количество СТО.

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

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

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

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]:

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

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

$K_{см}$  - коэффициент самообслуживания.

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

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

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

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

Общую трудоемкость ТО автомобилей находим по формуле (2.6):

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

Принимая во внимание, что для автомобилей КамАЗ  $T_{см}=276,6$  чел.ч., а для ГАЗон NEXT  $T_{см} =41,3$  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	$T_1$	$T_2$	$T_{тр}$	$T_{сто}$	$T_{см}$	$T_{общ}$
КамАЗ	246.4	264.6	313	44	104	970.6
ГАЗон NEXT	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 подсчитываю 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]:

$$\Phi_p = (D_k - D_v - D_n) \cdot 7 - D_{пл}, \quad (2.8)$$

где  $D_k$  - количество календарных дней в году;

$D_B$  - количество выходных дней в году;

$D_{п}$  - количество праздничных дней в году;

$D_{пл}$  - количество предпраздничных дней в году.

Принимая во внимание, что  $D_k = 365$ ,  $D_B = 104$ ,  $D_{п} + D_{пл} = 8$ , находим  $\Phi_p = 2024$ 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]:

$$n_i = \frac{T_i \cdot K_n}{D_{рг} \cdot C \cdot t_{см} \cdot P_{ср} \cdot \eta_{и}}, \quad (2.9)$$

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

$K_n$  - коэффициент неравномерности загрузки постов;

$D_{рг}$  - число рабочих дней в году соответствующей зоны ( $D_{рг} = 255$  дней);

$C$  - число смен работы;

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

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

$\eta_{и}$  - коэффициент использования рабочего времени.

Принимая во внимание, что  $T_i = 1682,7$ ;  $K_n = 1,5$ ;  $D_{рг} = 255$ ;  $C = 1$ ;  $t_{см} = 8$ ;  $P_{ср} = 1$ ;  $\eta_{и} = 0,95$  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 КамАЗ.

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

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

где  $f$ - площадь, занимаемая автомобилями,  $\text{м}^2$ ;

$n$  - число постов;

$K_{\text{ОБ}}$  - коэффициент плотности оборудования.

Принимая во внимание, что  $n=2$ ;  $f=26\text{м}^2$ ;  $K_{\text{ОБ}}=5,5$  [14], находим

$$F = 2 \cdot 26 \cdot 5,5 = 286\text{м}^2.$$

### **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-сцепного) 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-регулирующие 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 стендах.

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 гаражного крана

Требования безопасности:

1. К работе на к гаражному крану допускаются лица, достигшие 18 лет и внимательно изучившие данную инструкцию. Запрещается работа с гаражным краном в состоянии алкогольного или наркотического опьянения.

2. Проверьте соответствие напряжения в сети, кран 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 кран работает корректно, согласно инструкции по эксплуатации.

6. Проверяйте исправность и правильность подключения концевого выключателя максимального подъёма, во избежание повреждения

транспортного средства запрещено работать с гаражным краном в 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 работа с транспортным средством 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 крана 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 кран, причём подъём осуществляйте на неполную высоту.

14. Риски падения груза с крана. Падение груза с крана может явиться следствием неправильного крепления, или когда его размеры не соответствуют типу крана.

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

16. Предприятие не несёт ответственности за возможные повреждения и травмы персонала, транспортных средств или оборудования, если указанные требования безопасности не соблюдаются персоналом или крана 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 загромождать 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. (подмести пол, вытереть масляные пятна, удалить мусор и ненужные детали)
3. При наличии во время работы установки недостатков, отклонений крана 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 организуют 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, устройствам цветников и организации зон отдыха.

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

## **2.4 Производственная гимнастика**

### **2.4.1 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 вработываемостью, 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).

#### **2.4.2 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. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Классификация гидравлических кранов

Гаражные гидравлические краны используются для проведения текущего ремонта в гаражах и на станциях ТО для снятия двигателей. Это простое и удобное в использовании оборудование, не требующее больших усилий в эксплуатации.

Гидравлического гаражного крана может перенести узел или агрегат трактора. Только нужно учитывать грузоподъемность установки. Гидравлические краны различают: складные, с нескладной конструкцией, передвижные, стационарно закрепленные к полу. Гидравлические краны по своему особенны. Например имеются мобильные гидравлические краны которые применяются внутри гаражей и станций ТО и Р. Гаражные гидравлические краны складные по себе очень вместительные в малых гаражах. В нужный момент легко устанавливается и приводится в рабочее состояние и готовится к работе. Стационарные краны легко поворачиваются в  $360^{\circ}$ . Они более безопасные, так как крепятся в бетонный пол. В этом ее особенность. С ним легко можно перенести двигатель или узел трактора на более подходящее расстояние. Но для стационарных гаражных кранов нужно заранее подготовить бетонный пол, до постройки гаража. Хотя можно и

прикрепить с помощью болтов. Гаражные краны отличаются по конструкции, у передвижных кранов опорные профили станины устанавливаются под углом, параллельно друг другу. Опоры станины находятся в постоянной длине или изменяются, это зависит от конструкции.

Имеются гаражные гидравлические краны, у них используется противовес в конструкции, который находится в обратной стороне опоры станины. При помощи противовеса передние опоры станины изменяют длину.

Краны гидравлические изменяют краткость стрелы. Длина стрелы которая регулируется дает возможность работать на разных позициях.

### 3.2 Описание конструкции разрабатываемого гидравлического крана

Основа крана изготовлен из металлического профиля. Две опоры расположенных относительно друг друга под углом или параллельно. Расстояние между опорами такого, что подъемное устройство можно уютно устроиться под трактора переднего плана. Базовая рама (рамка) может иметь фиксированную длину опорной ноги или нога длина может регулироваться. Подробнее об уходе опорной ноги, вся конструкция будет более стабильной. Стрела крана может быть фиксированной длины или могут иметь телескопическую конструкцию. Поэтому, прежде чем стрела крана может быть изменена. Привод подвижной сегмент заграждения из нескольких фиксированных положений. Фиксация вылета является руководство.

Стрелка на вертикальной стойке имеет фиксацию в горизонтальной плоскости. Некоторые модели гаражных кранов, используемые для

перемещения стыковки стрелы. В этом случае он может поворачиваться до 360 градусов в горизонтальной плоскости.

Рама установки гаража гидравлическая лебедка имеет несколько небольших колес, посредством которого на лифте можно катить куда угодно. Колеса могут быть поворотными и фиксированными. Часто используется в оформлении рамок, в сочетании с колесами, которые превращают и без него. Конструкция поворотных колес более подвижна и легче заставить двигаться по определенной траектории могут располагаться на ограниченном участке гаража или станции технического обслуживания. Привод авто подъемник представляет собой гидравлический цилиндр с длинной ножкой и большой рабочий ход. Нижняя часть гидравлического привода, смонтированных на раме. Приводной вал опирается на стреле подъемника, стрелы увеличивается.

Установка давления в цилиндре находится в ручном режиме с длинной рукояткой. Давление начинает запасаться, и которые, в свою очередь, ро 2 стрелы подъемника. Наиболее важные характеристики гидромашины – это сила, которая формирует цилиндра и ход штанги. В некоторых моделях кранов применяется комбинированный привод. На вертикальной стойке установлена ручная лебедка, при помощи которой можно осуществлять подъем. В гидравлическом приводе предусмотрена система предохранительных клапанов, которые не дадут гаражному крану поднять груз большей массы, чем максимально возможно.

Техническая характеристика гидравлического крана представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Техническая характеристика гидравлического крана

№ п/п	Показатель	Значение
1	Грузоподъемность, кг	1000
2	Высота подъема, м	2475
3	Мощность привода, кВт	5
4	Масса, кг	103

### 3.3 Конструктивные расчеты

Площадь поршня силового цилиндра определяется по формуле

$$F_n = \frac{P \cdot 10^4}{p \cdot \eta_{\text{мех}}} \quad (3.1)$$

где  $P$  – усилие прикладываемое к рабочему органу технологического оборудования, Н;

$p$  – рабочее давление в гидравлической системе, Па ;

$\eta_{\text{мех}}$  – механический КПД цилиндра.

Принимаем рабочее давление в гидросистеме стенда  $p = 10,0 \cdot 10^6$  Па.

Принимаем механический КПД цилиндра  $\eta_{\text{мех}} = 0,93$

$$F_n = \frac{200000}{10 \cdot 10^6 \cdot 0,93} = 0,021 \text{ м}^2$$

Диаметр цилиндра определяем по формуле

$$d = \sqrt{\frac{F_n \cdot 4}{\pi}} \quad (3.2)$$

где  $F_n$  – площадь поршня силового цилиндра;

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,021}{3,14}} = 0,16 \text{ м}$$

Принимаем: Гидроцилиндр исполнения 1 с диаметром цилиндра  $d = 160$  мм и ходом поршня  $l_n = 1000$  мм.

Действительная площадь поршня силового цилиндра.

$$F_n = \frac{0,16^2 \cdot 3,14}{4} = 0,02 \text{ м}^2 \quad (3.3)$$

Рабочее давление в гидроцилиндре определяется по формуле

$$P = \frac{P \cdot 10^4}{\eta_{\text{мех}} \cdot F_n} \quad (3.4)$$

$$P = \frac{200000}{0.95 \cdot 0.02} = 10,5 \text{ МПа}$$

Окончательно принимаем гидроцилиндр ЦС-160.

При выборе насоса гидроцилиндра находят его производительность:

$$Q = 0,06 \cdot \frac{F_n \cdot L_n}{t \cdot \eta_n}, \quad (3.5)$$

где  $Q$  – производительность насоса, л/мин;

$F_n$  – площадь поршня силового цилиндра, см<sup>2</sup>;

$L_n$  – ход поршня рабочего цилиндра, определяется при выборе гидроцилиндра, мм;

$t$  – время рабочего хода исполнительного органа технологического оборудования, сек;

$\eta_n$  – объёмный КПД гидросистемы оборудования.

Принимаем ход поршня рабочего цилиндра  $L_n = 1000 \text{ мм} = 100 \text{ см}$ .

Принимаем время рабочего хода исполнительного органа технологического оборудования  $t = 4 \dots 6 \text{ сек}$  на каждые 100 мм хода поршня  $t = 40 \text{ сек}$ .

Принимаем объёмный КПД гидросистемы оборудования,  $\eta_n = 0,9$

$$Q = 0,06 \cdot \frac{200 \cdot 100}{40 \cdot 0,9} = 33,33 \text{ л/мин}$$

Принимаем шестеренчатый насос марки НШ32 где производительность  $q = 31,8 \text{ л/мин}$ , номинальная частота вращения вала 1000 об/мин .

Действительная производительность насоса определяется по формуле

$$Q = \frac{q \cdot n \cdot \eta_o}{1000} \quad (3.6)$$

где  $\eta_o$  – объёмный КПД насоса,  $\eta_o=0,925$ ;

Принимаем объёмный КПД насоса  $\eta_o=0,925$

$$Q = \frac{31,8 \cdot 1000 \cdot 0,925}{1000} = 29,4 \text{ л/МИН}$$

Действительное время хода поршня

$$t = 0,06 \cdot \frac{F_n \cdot L_n}{Q \cdot \eta_n} \quad (3.7)$$

$$t = 0,06 \cdot \frac{200 \cdot 100}{29,4 \cdot 0,9} = 45,35$$

### 3.4 Определение размеров упора

Проанализировав работ стенда, принимаем, что для определения размеров упора в опасном сечении представляем его в виде балки закрепленной на опорах (рисунок 4.2).

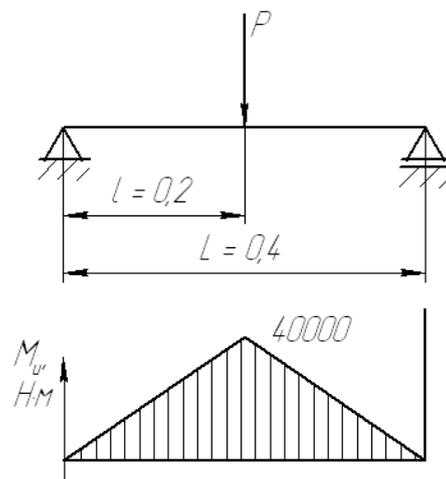


Рисунок 3.1 – Расчетная схема и эпюра изгибающего момента упора

Размеры упора в опасном сечении определяем из условия запаса прочности на изгиб

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W} \leq [\sigma_u], \quad (3.8)$$

где  $\sigma_u$  – напряжение изгибающее действующее в упоре, Па;

$M_u$  – изгибающий момент в опасном сечении упора, Н·м;

$W$  – момент сопротивления, м<sup>3</sup>.

Сечение упора в опасном сечении представлено на рисунке 3.2

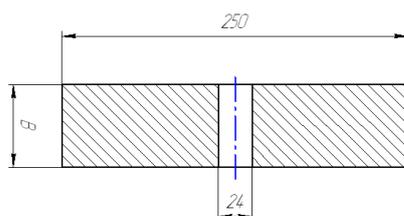


Рисунок 3.2–Сечение упора в месте приложения силы

Произведем расчёт момента сопротивления материала в опасном сечении и определим наиболее оптимальную толщину упора.

Момент сопротивления материала упора в опасном сечении определяется по формуле

$$W = \frac{B^2 \cdot (H - d)}{6} \quad (3.9)$$

где  $B$  – толщина упора, м;

$H$  – высота упора, м;

$d$  – диаметр под шток гидроцилиндра, м.

Принимаем высота упора  $H = 0,25$  м. Диаметр под технологический болт  $d = 0,024$  м.

Упор изготавливается из стали 35 допустимое напряжение равно  $[\sigma]_{\text{н}} = 155$  Мпа

Толщину упора в опасном сечении выражаем по формуле

$$B = \sqrt{\frac{M_{\text{н}} \cdot 6}{[\sigma_{\text{н}}] \cdot (H - d)}} \quad (3.10)$$

$$B = \sqrt{\frac{40000 \cdot 6}{155 \cdot 10^6 (0,25 - 0,024)}} = 0,058 \text{ м.}$$

Принимаем толщина упора  $B = 60$  мм.

### 3.5 Расчёт пальца на прочность

Расчетная схема пальца представлена на рисунке 3.3

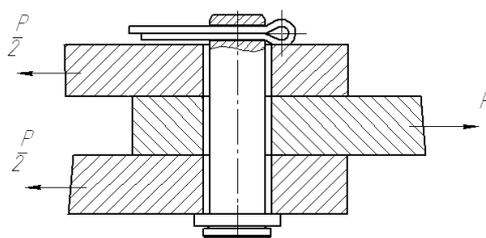


Рисунок 3.3 – Расчетная схема пальца

$$\sigma_p = \frac{Q}{F} \leq [\sigma_p] \quad (3.11)$$

Силу действующую на палец определяем по формуле

$$Q = \frac{P}{f \cdot i}, \quad (3.12)$$

где  $P$  – сила, Н;

$f$  – коэффициент трения,  $f = 0,15 \dots 0,2$ ;

$i$  – число стыков.

$$Q = \frac{200000}{0,2 \cdot 2} = 500000 \text{ Н.}$$

Палец изготовлен из стали 20, допускаемое напряжение при растяжении равно  $[\sigma_p] = 115 \text{ МПа}$ .

Диаметр пальца определяем по формуле

$$d = \sqrt{\frac{\pi \cdot Q}{[\sigma_p] \cdot 4}} \quad (3.13)$$

$$d = \sqrt{\frac{3,14 \cdot 500000}{115 \cdot 10^6 \cdot 4}} = 0,078 \text{ м.}$$

Принимаем диаметр пальца 80 мм.

### 3.5 Обоснование размеров масляного бака

Для того что бы выбрать емкость масляного насоса, нужно определить сколько литров масла перегоняет насос за 1 минуты. Так как мы выбрали насос НШ-32, он за 1 минуту перегоняет 31,8 литр масла. Целесообразно выбрать бак емкостью 50 литр.

Разумно применять баки плоской формы. Площадь поверхности масляного бака рассчитывают следующим образом: всю смачиваемую

поверхность бака дают с коэффициентом, равной 1; остальную поверхность, не соприкасающуюся с рабочей жидкостью, с коэффициентом 0,5.

Для проверки правильности выбора размера баков и температурного режима работы гидропривода рассчитывают площадь всей поверхности охлаждения рабочей жидкости. В общую площадь охлаждения входит площадь масляного бака, площадь всех маслопроводов, цилиндров и другой аппаратуры, соприкасающейся с рабочей жидкостью.

### 3.6 Выбор распределительного устройства

В гидросистемах технологического оборудования применяются тракторные и специальные распределители.

Определяем мощность необходимую на привод насоса

$$N = \frac{p_1 \cdot Q}{61 \cdot \eta_n} , \quad (3.14)$$

где  $p_1$  – давление срабатывания предохранительного клапана;

$Q$  – производительность насоса, л/мин;

$\eta_n$  – КПД;

Принимаем объёмный КПД насоса  $\eta_n=0,75\dots0,85$ , давление срабатывания предохранительного клапана  $p_1=1,05 \cdot 10^6$  Па

$$N = \frac{11,55 \cdot 29,8}{61 \cdot 0,8} = 6,9 \text{ кВт}$$

Тракторные распределители выпускаются согласно ГОСТ 8754 – 88. ГОСТ предусматривает четыре типоразмера распределителей предназначенных для управления навесными, полунавесными и прицепными

машинами. Выбираем распределитель P75B1, максимальная пропускная способность, число золотников – 1.

Для распределения подачи масляного потока наряду с тракторными распределителями в технологическом оборудовании используются предохранительные клапаны с электромагнитным или ручным управлением разгрузкой (распределителем).

### 3.7. Инструкция по использованию и уходу за предлагаемой конструкцией

Использование и уход за стендом сводится к соблюдению правил техники безопасности при работе на оборудовании и поддержанию агрегатов узлов и деталей стенда в исправном состоянии.

Для обеспечения долгой службы крана, необходимо ежемесячно смазывать трущиеся детали. Проанализировав работу установки пришел к выводу что смазка трущихся поверхностей “пуансон -корпус” будет ежемесячно осуществляться смазкой УС - 2.

В качестве рабочей жидкости в гидроприводах используют минеральные масла - индустриальное 40. Для защиты от подсоса воздуха в конструкции гидравлического привода используется короткий всасывающий трубопровод длиной менее 1,0 м с достаточно большим сечением, масляный насос располагается ниже уровня масла. Подвод маслопроводов к цилиндру осуществляется в самой верхней точки последних, чтобы происходил полный обмен масла и воздух уносился при выталкивании масла. С целью уменьшения износа трущихся поверхностей деталей гидравлического привода стенда, производить замену масла через 3000...5000 часов работы стенда.

## 3.8 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОНСТРУКТОРСКОЙ РАЗРАБОТКИ

### 3.8.1 Оценка конструкторской разработки

Расчёт массы и стоимости конструкции.

Масса конструкции подъемника определяется по формуле [3.8]:

$$G = (G_K + G_r) K; \quad (3.8.1)$$

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

$G_r$  - масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

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

$$G = (300 + 249) \cdot 1,12 = 615 \text{ кг.}$$

Принимаем массу конструкции проектируемой установки  $G = 615$  кг.

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена таблице 3.8.

Балансовая стоимость установки определяется по формуле:

$$C_б = [G_k \cdot (C_з \cdot E + C_m) + C_{пд}] \cdot K_{нац}, \quad (3.8.2)$$

где  $G_k$  – масса конструкции без покупных деталей и узлов, кг;

$C_з$  – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб. ( $C_з = 0,02 \dots 0,15$ );

$E$  – коэффициент измерения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска;

$C_m$  – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг.;

$C_{пд}$  – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб.;

$K_{нац}$  – коэффициент, учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости ( $K_{нац} = 1,15 \dots 1,4$ ).

$$C_6 = (300 \cdot (0,11 \cdot 1,2 + 50) + 33500) \cdot 1.13 = 48539 \text{ руб.}$$

Таблица 3.8 – Расчет массы конструированных деталей

Наименование детали и материала	Объем детали, см <sup>3</sup>	Удельный вес, кг/см <sup>3</sup>	Масса детали, кг	Колич. деталей, шт	Общая масса
1	2	3	4	5	6
Платформа	27820	0,0078	217	2	435
Электродвигатель DMTF 112-6	13461	0,0078	105	1	105
Гидроцилиндр ЦС-160	7692	0,0078	60	1	60
Распределитель Р75-В1	1282	0,0078	10	1	10
Масляной насоси НШ-32	512	0,0078	4	1	4
Всего					614

### 3.9 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции

Исходные данные для расчета технико-экономических показателей приведены в таблице 3.9

Таблица 3.9 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

	Исходный	Проектируемой
Масса, кг	70	614
Балансовая, руб.	18000	48539
Потребляемая мощность, кВт	-	5

Количество обслуживающего персонала, чел	2	1
Разряд работы	III	III
Средняя тарифная ставка, руб/чел*ч.	80	80
Норма амортизации, %	10	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	15	10
Годовая загрузка, ч	800	800
Срок службы, лет	10	10
Производительность ед/ч	3	4

При расчетах показатели базового варианта обозначим индексом  $X_0$ , а проектируемого  $X_1$ .

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводим в такой последовательности.

Энергоёмкость процесса определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_{\text{ч}}}, \quad (3.8.3)$$

где  $W_{\text{ч}}$  — техническая производительность, ед. техники/ч;

$N_e$  - мощность потребляемая установкой, кВт;

$$\mathcal{E}_{e0} = 5 / 3 = 1,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{ед}.$$

$$\mathcal{E}_{e1} = 7,5 / 4 = 1,87 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{ед}.$$

Фондоёмкость определяется по формуле:

$$F_e = \frac{C_б}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.8.4)$$

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

$T_{\text{год}}$  - годовая загрузка установки, ч.

$$F_{e0} = \frac{18000}{3 \cdot 800} = 7,5 \text{ руб/ед.}$$

$$F_{e1} = \frac{48539}{3 \cdot 800} = 20,22 \text{ руб/ед.}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (3.8.5)$$

$$M_{e0} = \frac{7000}{3 \cdot 800 \cdot 10} = 0,29 \frac{\text{кг}}{\text{ед}}$$

$$M_{e1} = \frac{5850}{4 \cdot 800 \cdot 10} = 0,25 \frac{\text{кг}}{\text{ед}}$$

Трудоёмкость процесса определяется по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_{\text{ч}}}, \quad (3.8.6)$$

где  $n_p$  - количество обслуживающего персонала, чел;

$$T_{e0} = 2/3 = 0,66 \text{ челч/ед.}$$

$$T_{e1} = 1/4 = 0,25 \text{ чел ч/ед.}$$

Затраты на оплату труда определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = z_{\text{ч}} \cdot T_e, \quad (3.8.7)$$

$$C_{\text{зп}} = 80 \cdot 0,66 = 52,8 \frac{\text{руб}}{\text{ед}}$$

$$C_{\text{зп}} = 80 \cdot 0,25 = 20 \frac{\text{руб}}{\text{ед}}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$\tilde{N}_{\dot{Y}} = \dot{Y}_{\dot{a}} \cdot \ddot{O}_{\dot{Y}}, \quad (3.8.8)$$

где  $\dot{C}_{\dot{O}}$  – комплексная цена электроэнергии, ( $\dot{C}_{\dot{O}} = 2,8$  руб./кВт).

$$C_{\dot{O}1} = 5 \cdot 2,81 = 14,05 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\dot{b}} \cdot N_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.8.9)$$

где  $N_{\text{рто}}$  – суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{\text{рто0}} = \frac{18000 \cdot 15}{100 \cdot 3 \cdot 800} = 1,125 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{48539 \cdot 10}{100 \cdot 4 \cdot 800} = 11,5 \text{ руб./ед.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

$$A = \frac{C_{\dot{b}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.8.10)$$

где  $a$  – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{18000 \cdot 10}{100 \cdot 3 \cdot 800} = 0,75 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{48539 \cdot 10}{100 \cdot 4 \cdot 800} = 1,5 \text{ руб./ед.}$$

Приведенные затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}} = S + E_{\text{н}} \cdot k, \quad (3.8.11)$$

где  $E_H$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$F_e$  – фондоемкость процесса, руб./ед.;

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

$C_{прив0} = 68,72 + 0,15 \cdot 7,5 = 69,845$  руб./ед.

$C_{прив1} = 23 + 0,15 \cdot 20,22 = 26,035$  руб./ед.

Эксплуатационные затраты определяются по формуле:

$$S = C_{зп} + C_{э} + C_{рто} + A \quad (3.8.12)$$

$S_0 = 52,8 + 14,05 + 1,125 + 0,75 = 68,725$  руб./ед.

$S_1 = 20 + 0 + 1,5 + 1,5 = 23$  руб./ед.

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_0 - S_1) \cdot W_{ч} \cdot T_{год} \quad (3.8.13)$$

$$\mathcal{E}_{год} = (68,725 - 23) \cdot 4 \cdot 800 = 146320 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{год} = \mathcal{E}_{год} - E_H \cdot \Delta K \quad (3.8.14)$$

$$E_{год} = 146320 - 0,15 \cdot 48539 = 139039 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{ок} = \frac{C_{б1}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.8.15)$$

$$T_{ок} = 48539 / 146320 = 0,33 \text{ лет.}$$

где  $C_{б1}$  – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

Таблица 3.10 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

Наименование показателей	Варианты	
	Исходный	Проект
Производительность ед/ч	3	4
Металлоемкость, кг/ед	0,29	0,25
Фондоемкость, руб./ед	7,5	20,22
Энергоемкость, кВт	-	5
Трудоемкость, чел*ч/ед	0,66	0,2500
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед	68,72	33
Приведенные затраты, руб./ед	69,84	26,05
Годовая экономия, руб.	–	146320
Годовой экономический эффект, руб.	–	139039
Срок окупаемости капитальных вложений, лет.	–	0,33
Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений	–	0,3

Вывод. Проектируемый нами конструкция по теоретическим расчетам является экономически эффективным, так как срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составляет  $0,33 < 10$  лет.

### ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

С целью уменьшения затрат на содержание АТП необходимо организовать качественное и своевременное техническое обслуживание и ремонт подвижного состава.

Для проведения технического обслуживания и ремонта АТП с применением разработанного гидравлического крана спроектирован пост ТО и Р АТП с размещением разработанного гидравлического крана.

Для своевременного и качественного обслуживания работ по техническому обслуживанию требуется оборудовать специальным оборудованием два универсальных поста. Существующие площади позволяют разместить эти посты и необходимое оборудование.

Разработанная конструкция гидравлического крана позволит

существенно поднять производительность труда при проведении технических обслуживаний и ремонтов тракторов.

Если учитывать все технико-экономические показатели, то внедрение предлагаемой конструкции гидравлического крана будет экономически эффективным, и может быть с успехом использовано в условиях различных предприятий, эксплуатирующих автомобили.

#### 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. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3х т. – М.: Машиностроение, 1980., ил.
3. Борисов Б.Г., Пономаренко А.Ф. Организация технического обслуживания сельскохозяйственной техники за рубежом // Тракторы и сельхозмашины – 1990 - №1 – с.58-61.
4. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС). – Казань, 2012. – 64 с.
5. Гидравлический расчет объемного гидропривода с возвратно-поступательным движением выходного звена: метод. указания / сост.Н.П. Жуков. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 32 с.-200 экз.
6. Гузенков П.Г. Детали машин: Учеб. Для вузов.-4-е изд., испр. М.: Высш. шк., 1986.-359 с.: ил.
7. Единые требования безопасности и производственной санитарии к конструкции ремонтно-технологического оборудования, очистка и технологическим процессом сельскохозяйственной техники.
8. Зотов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям 311300, 311500, 311900 / В.И. Курдюмов. – 2-издание, переработанное и дополненное.-М.: Колос, 2003.-432с.

9. Евдаев Н.М., Круткин А.Г. Гидравлические краны: Справочник 1989.-241с
10. Маслов Г.Г. Техническая Эксплуатация МТП. (Учебное пособие) / Маслов Г.Г., Карабаницкий А.П., Кочкин Е.А./Кубанский государственный аграрный университет, 2008.- с. 142.
11. Методические указания по курсовому проектированию по эксплуатации МТП. – Казань, КГСХА, 2004.
12. Методические указания по разработке разделов «Безопасность жизнедеятельности» в дипломных проектах факультетов технического сервиса и механизации сельского хозяйства. – Казань, КГСХА, 2004.
13. Моршин А.В., Северный А.Э. Хранение сельскохозяйственной техники. Москва, «Колос», 1976.
14. Мудров А. Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие. – Казань: РИЦ «Школа», 2004. – 144 с.
15. Общетехнический справочник. Под ред. Е. А. Скороходова – 2-е изд. перераб. и доп.. –М.: Машиностроение, 1982, - 415 с., с ил.
16. Патент гаражного гидравлического крана <http://www.findpatent.ru>
17. Патенты гидравлический ручной кран <http://www.freepatent.ru/>
18. Решетов Д. Н. Детали машин: учебник для студентов в машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989.- 496 с.: ил.
19. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка/ В.А. Аллилуев, А.Д. Ананьин, В.М. Михлин. – М.: Агропромиздат, 1991.-367 с.:-(Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
20. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / В.В. Остриков, С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов, В.Д. Прохоренков, И.М. Курочкин, А.О. Хренников, Д.В. Доровских. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 304 с.
21. Тракторы «Беларусь» МТЗ-80, МТЗ-82 и их модификации. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию / В.Г. Левков, И.Ф. Бруенков и др.; 3-е изд., перераб. и доп., 1996.-174 с./ил., 1 отд. л. ил.
22. Фере Н.Э. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка. Изд. 2-е, перераб. И доп. М., «Колос», 1987.