

**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 участка для ремонта автомобилей с разработкой
установки для разборки и сборки двигателей

Шифр ВКР 23.03.03.236.18

Студент 341 группы _____ Зубов В.А.
подпись Ф.И.О.

Руководитель к.т.н., доцент _____ Медведев В.М.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № ___ от _____ 20__ г.)

Зав. кафедрой д.т.н., 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 _____ / Адигамов Н.Р. /
« ____ » _____ 20__ г.

**ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу**

Студент Зубов В.А.

Тема ВКР Проектирование участка для ремонта автомобилей с разработкой установки для разборки и сборки двигателей

утверждена приказом по вузу от « ____ » _____ 20__ г. № _____

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____

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. Конструкторская часть. _____

4. Перечень графических материалов 1. Участок для ремонта автомобилей;
2. Технологическая карта; 3. Обзор существующих конструкций;
4,5 Конструкторская часть; 6 Экономика _____

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Конструкторская часть	Медведев В.М.
Экономическая часть	Медведев В.М.

6. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
	Анализ состояния вопроса	20.05.2018	
	Технологическая часть	30.05.2018	
	Конструкторская часть	08.06.2018	
	Оформление ВКР	14.06.2018	

Студент _____ (Зубов В.А.)

Руководитель ВКР _____ (Медведев В.М.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Зубова Владимира Андреевича на тему: Проектирование участка для ремонта автомобилей с разработкой установки для разборки и сборки двигателей

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

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает _____ рисунков, _____ таблицы. Список использованной литературы содержит _____ наименований.

В первом разделе дан анализ состояния вопроса при техническом обслуживании.

Во втором разделе приведены технологические расчеты для проектирования участка для ремонта автомобилей, требования к охране труда при работе в пункте обслуживания и охрана окружающей среды.

В третьем разделе разработана установка для разборки и сборки двигателей, анализ состояния безопасности труда при использовании установки и экономическое обоснование проектируемой конструкции.

Записка завершается выводами.

ABSTRACT

To the final qualifying work of Zubov Vladimir Andreevich on the topic:
Design of the site for car repair with the development of installation for
disassembly and Assembly of engines

The final qualification work consists of an explanatory note on _____
sheets of typewritten text and the graphic part on _____ sheets of the A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes
_____ drawings, _____ tables. The list of used literature contains _____ titles.

The first section analyzes the status of the issue during maintenance.

The second section presents the technological calculations for the design of
the site for car repairs, requirements for labor protection at work in the service
center and environmental protection.

In the third section, the installation for disassembly and Assembly of
engines, analysis of the state of safety in the use of the installation and the
economic justification of the designed design.

The note concludes with conclusions.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА	9
1.1 Характеристика системы технического обслуживания.....	9
1.2 Виды технического обслуживания.....	12
1.3 Обзор существующих конструкций.....	14
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	22
2.1. Обоснование исходных данных проектирования.....	22
2.2 Расчет программы ТО и ремонта машин.....	23
2.3. Расчет объемов технических воздействий.....	27
2.4. Расчет постов в производственных зонах и отделениях. Подбор технологического оборудования и оснастки для них.....	29
2.5. Расчет площадей производственных зон и отделений (участков).....	33
2.6 Охрана труда.....	46
2.7 Физическая культура на производстве.....	52
3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ	53
3.1 Обоснование выбора конструкции.....	53
3.2 Технологические и прочностные расчеты	54
3.3 Экономическое обоснование разрабатываемого устройства.....	64
3.3.1 Расчёт массы и стоимости устройства.....	64
3.3.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности разрабатываемого устройства и их сравнение.....	65
ВЫВОДЫ	72
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	73

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент автомобильным транспортом перевозится около 80% всех грузов страны. Автомобильный транспорт является составной частью автомобильного транспорта и представляет совокупность производственно-технической базы, транспортных средств, материальных, трудовых и финансовых ресурсов различных типов и форм предприятий, организаций и учреждений.

Количественные и качественные показатели работы предприятия в целом характеризуются деятельностью отдельных бригад. Вместе с тем эти показатели во многом зависят от экономических показателей эффективности отрасли, которая путем внутриотраслевого распределения централизованных средств, влияет на экономику отдельных предприятий. Следовательно, уровень развития и состояние экономики транспорта и ремонтных услуг органически взаимосвязаны с действенностью деятельности отдельных автотранспортных предприятий и в целом отрасли.

Связь экономики отрасли, экономики предприятий с результативностью автомобильного транспорта проявляется в сфере организации производства и управления, развития производственно-технической базы, планирования и обеспечения поставок подвижного состава и материальных ценностей, определения научно обоснованных норм и нормативов, распределения финансовых, трудовых и материальных ресурсов, морального и материального стимулирования, внедрения коммерческого расчета и при решении ряда других производственных и экономических задач. В связи с этим познание основных направлений повышения эффективности процессов перевозки и ремонта имеет важное значение для изыскания путей и методов решения задач показательного роста экономики отрасли и ее составляющих.

Важную роль в реализации этой необходимости должна играть экономическая наука, обеспечивающая разработку и внедрение современных научных методов и систем управления автомобильным транспортом. Научный

подход к рассмотрению и анализу технико-экономических показателей работы отрасли позволяет правильно оценить достигнутый уровень производства и определить наличие внутренних резервов, использование которых обеспечит улучшение экономических показателей работы этого вида транспорта. Следовательно, в условиях все возрастающей потребности дальнейшего совершенствования системы планирования и экономического стимулирования, укрепления хозяйственного расчета, самофинансирования и улучшения ряда других показателей повышение уровня знания экономики автобусного транспорта для обеспечения эффективности и качества его работы представляет собой объективную необходимость. Чем лучше будет работать автомобильный транспорт, тем больше его доходы и прибыль, тем больше средств может быть использовано предприятиями отрасли на дальнейшее развитие производства и улучшение его работы. На основе изучения и разумного сочетания экономики отрасли и предприятий с автомобильным транспортом обеспечивается активное воздействие на всю систему мер, направленных на повышение эффективности и качества работы автобусного транспорта и успешное выполнение им текущих и перспективных задач.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Характеристика системы технического обслуживания

Система ТО и ремонта с помощью ремонтно-обслуживающих воздействий обеспечивает исправное техническое состояние транспортного средства и их работоспособность в течение всего периода эксплуатации.

При использовании транспортного средства предусматривают следующие виды ТО:

- при подготовке трактора к эксплуатации;
- ежесменное (ЕТО);
- номерные (ТО-1, ТО-2, ТО-3);
- сезонные (СТО-ВЛ и СТО-ОЗ).

Цель ТО автомобилей и тракторов при использовании их по назначению – систематический контроль их технического состояния, выполнение плановых работ для уменьшения скорости изнашивания элементов, предупреждение отказов и неисправностей.

В начальный период эксплуатации новые и капитально отремонтированные транспортные средства подвергают обкатке (использованию по назначению с ограниченными режимами скорости, нагрузки и дополнительным объемом работ по ТО), призванной обеспечить нормальную приработку деталей и сопряжений. Режимы обкатки указывают в Техническом описании и инструкции по эксплуатации.

После транспортирования в частично разобранном виде транспортное средство подвергают досборке, регулированию и обкатке.

Техническое обслуживание при использовании следует проводить в соответствии с Техническим описанием и инструкцией по эксплуатации.

Техническое обслуживание при подготовке транспорта к хранению, в процессе хранения и при подготовке к использованию проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 7751—85. Основным содержанием работ

по ТО при хранении является защита от коррозии, старения резинотехнических изделий и деформации несущих элементов конструкции.

Использование транспортного средства без проведения очередного ТО не допускается. Восстановление (регулирование) параметров состояния автомобиля и трактора при ТО проводят по результатам контроля или диагностирования, если фактическое отклонение параметров превышает допустимое.

Ежесменное ТО выполняет водитель транспортного средства. Другие виды ТО выполняет, как правило, специализированный персонал – звенья мастеров наладчиков, организуемые в хозяйствах, а также предприятия технического сервиса.

Водитель транспортного средства участвует в выполнении номерных и сезонных видов ТО.

Виды ТО, их периодичность и содержание едины как для новых, так и капитально отремонтированных транспортных средств. Сведения о проведении каждого ТО (кроме ежесменного) заносят в сервисную книжку.

Техническое состояние транспортного средства контролируют с помощью средств и методов *диагностирования*. Цель диагностирования состоит в определении технического состояния и причин возникновения неисправностей машин, а также в выдаче рекомендаций по выполнению необходимых операций ТО и ремонта. Для этого необходимо решить следующие задачи:

- проверить исправность и работоспособность транспорта в целом и (или) его составных частей с установленной вероятностью правильного диагностирования;
- отыскать дефекты, нарушившие исправность и (или) работоспособность;
- собрать исходные данные для прогнозирования остаточного ресурса или вероятности безотказной работы транспорта в межконтрольный период.

По результатам диагностирования дают рекомендации о необходимости регулирования механизмов, замене и ремонте некоторых составных частей, замене материалов.

Контроль технического состояния проводят подготовленные мастера-наладчики или диагносты, что обеспечивает высокое качество выполнения работ.

Различают следующие виды диагностирования:

- в процессе ТО;
- заявочное (при обнаружении причин отказов);
- ресурсное (при определении остаточного ресурса).

Диагностирование в процессе ТО выполняют в соответствии с планом ТО и ремонта. Его обычно совмещают с номерными ТО и ремонтом.

Цель этого диагностирования – установить необходимость регулировки механизмов, замены деталей и ремонта отдельных составных частей. Комплексы операций диагностирования в процессе ТО тем сложнее и больше по объему работ, чем выше номер ТО.

Заявочное диагностирование выполняют при отказах машин или по заявкам водителей транспортного средства. Цель такого диагностирования – выявление причин отказа или неисправности и их оперативное устранение или определение перечня и объемов восстановительных работ.

Ресурсное диагностирование транспортного средства проводят при ТО-3 и после межремонтной наработки. Такое диагностирование представляет собой комплекс работ по определению технического состояния и прогнозированию остаточного ресурса всех составных частей и машины в целом.

По результатам ресурсного диагностирования принимают решение о целесообразности дальнейшего использования или ремонта транспортного средства.

1.2 Виды технического обслуживания

Транспортные средства при их использовании по назначению (ГОСТ 20793—86) и хранении (ГОСТ 7751—85) подвергаются ТО (рисунок 1.1 и 1.2).

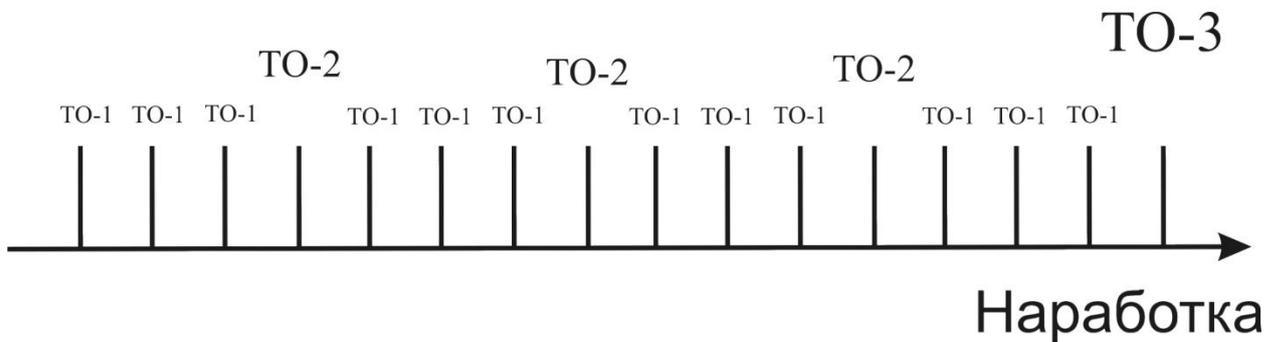


Рисунок 1.1 – График периодичности проведения ТО тракторов

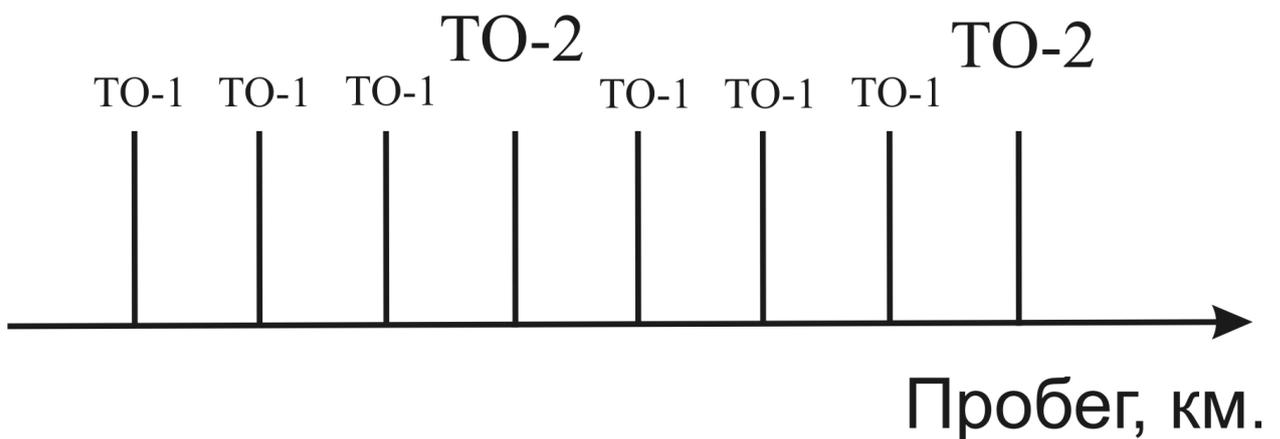


Рисунок 1.2 – График периодичности проведения ТО автомобилей

Периодичность *номерных ТО* тракторов установлена в мотто-часах, а автомобилей в километрах. Допускается регламентация периодичности номерных ТО тракторов по количеству израсходованного топлива или в условных эталонных гектарах.

В зависимости от условий использования допускаются отклонения (опережение, запаздывание) фактической периодичности ТО-1, ТО-2 и ТО-3 до 10 % от установленной величины.

Текущий ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления его работоспособности, состоит в замене и (или) восстановлении отдельных

составных частей. Такой вид ремонта рассматривают как основной способ возобновления работоспособности транспортных средств при эксплуатации.

Текущий ремонт в зависимости от сложности работ можно выполнять как на месте использования, так и в соответствующих мастерских, на станциях технического обслуживания или районных предприятиях технического сервиса.

Текущий ремонт транспортных средств состоит из непланового (заявочного) ремонта, связанного с устранением неисправностей и проведением предупредительных работ, необходимость которых устанавливают в процессе использования или при техническом обслуживании, и планового ремонта, который проводят по результатам ресурсного диагностирования, выполняемого через 1700 ... 2100 мото-ч наработки (за исключением гарантийного периода).

Капитальный ремонт тракторов и их составных частей выполняют, как правило, на районных предприятиях технического сервиса. Ресурс новых тракторов до капитального ремонта достигает 6000 мото-ч. Последующие капитальные ремонты, если таковые проводят, выполняют через 4000 ... 5000 мото-ч. Конкретный трактор направляют в капитальный ремонт на основании оценки его технического состояния, в том числе с помощью ресурсного диагностирования.

Капитальный ремонт транспортного средства можно выполнять следующими методами:

- необезличенным – сохраняется принадлежность восстанавливаемых составных частей к определенному транспортному средству;
- обезличенным – не сохраняется принадлежность восстанавливаемых составных частей к определенному транспортному средству;
- агрегатным – разновидность обезличенного метода, при котором неисправные агрегаты заменяют новыми или ранее отремонтированными.

Агрегатным методом ремонтируют транспортные средства, конструктивные особенности которых позволяют расчленять их на агрегаты и узлы (составные части).

При этом каждая составная часть должна быть автономным, конструктивно законченным элементом, легко отделяемым без сложных разборочно-сборочных работ от других составных частей транспортного средства. Благодаря автономности составные части можно самостоятельно восстанавливать на ремонтных предприятиях.

Подготовка к хранению транспортных средств заключается в очистке, снятии составных частей, подлежащих отдельному хранению, наружной и внутренней консервации, герметизации полостей, установке на подставки (подкладки).

В период хранения проводят контроль транспортных средств и устраняют обнаруженные нарушения.

При снятии с хранения проводят работы в последовательности, обратной подготовке к хранению, а также профилактические операции в объеме ТО-1

1.3 Обзор существующих конструкций

1.3.1. Стенд для сборки и разборки двигателей автомобилей ЗИЛ и ГАЗ (Мод. Р235)

Используется в автотранспортных предприятиях и авторемонтных мастерских.

Основные узлы стенда: рама, опора, вал (крепится в роликовых конических подшипниках), привод и съемные кронштейны.

Привод состоит из электродвигателя, натяжного устройства, редуктора и цепной муфты. Управление стендом обеспечивается автоматическим выключателем АК-50 и барабанным переключателем БП-411.

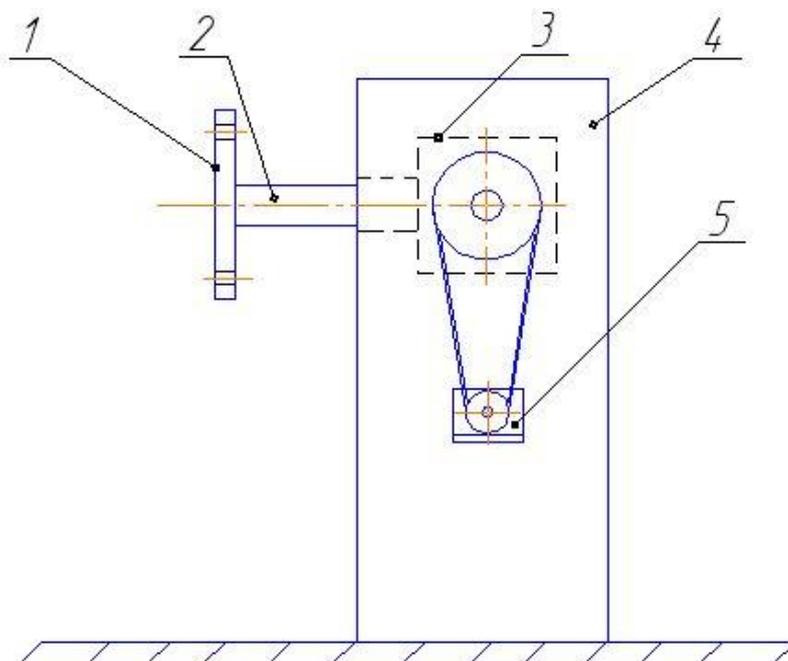
Стенд при установке двигателя выключают и осматривают картер сцепления и места его крепления к блоку цилиндров. Категорически запрещается устанавливать на стенд двигатель, если картер сцепления имеет трещины и другие дефекты. Перед включением стенда проверяют крепление двигателя.

При использовании для разборочно-сборочных работ ударных нагрузок устанавливают под шкив на коленчатом валу подпорки.

Работа на стенде производится следующим образом. На картер сцепления двигателя присоединяют кронштейн крепления, устанавливают двигатель с помощью подъемного устройства на стенд и закрепляют болтами кронштейн к фланцу стенда. После этого включают стенд и электродвигатель. Кронштейн вместе с закрепленным двигателем поворачивается в направлении, соответствующее повороту ручки барабанного переключателя. При положении двигателя, наиболее удобном для проведения работы с ним, ручку барабанного переключателя отпускают. Электродвигатель при этом выключается.

Чтобы снять двигатель со стенда, его устанавливают в соответствующее положение и выключают стенд. Затем отворачивают болты и снимают двигатель при помощи подъемного устройства. После этого отсоединяют кронштейн крепления от двигателя.

В процессе эксплуатации стенда один раз в месяц в редукторе привода контролируют уровень масла и доливают его при необходимости. Подшипники смазывают солидолом посредством прессмасленки. Натяжение ремней клиноременной передачи осуществляют перемещением электродвигателя.



1-съемный кронштейн;2-вал;3- редуктор;4-корпус;5-электродвигатель

Рисунок 1 Стенд для сборки и разборки V-образных двигателей ЗИЛ-130 и ГАЗ-53 (Мод.Р235)

Техническая характеристика стенда (Мод. Р235)

Тип	Стационарный, с поворотом двигателя вокруг оси, параллельной оси коленчатого вала
Способ крепления двигателя	На сменных кронштейнах
Способ поворота	Электродвигателем А02-12-6; N = 0,6 кВт; $n = 915 \text{ мин}^{-1}$, привод – через клиноременную передачу и червячный редуктор
Габаритные размеры, мм	1150 х 1020 х 662
Масса, кг	320

1.3.2 Стенд для сборки и разборки V-образных двигателей ЯМЗ (Мод. Р770 и Р776)

Стенд Р770 состоит из стационарной и передвижных стоек. Стационарная стойка закреплена на фундаменте. Ее основание выполнено в виде крестовины трубчатого сечения. Основание передвижной стойки имеет трубку, перемещаемую и фиксируемую в крестовине в зависимости от типа автомобиля.

В стационарной стойке смонтирован электромеханический привод, состоящий из электродвигателя и двухступенчатого червячного редуктора. Крутящий момент от электродвигателя к редуктору передается клиноременной передачей.

В верхней части передвижной стойки смонтирована подшипниковая опора. На выходном валу редуктора и на валу подшипниковой опоры смонтированы две траверсы трубчатого сечения. В них с обеих сторон запрессованы втулки и входят телескопические раздвижные опоры, на концах которых смонтированы штыри.

Перед работой на стенде проверяют уровень масла в редукторе и при необходимости доливают масло до уровня контрольной пробки.

Во время работы на стенде, в зависимости от марки устанавливаемого двигателя, передвижную стойку перемещают по траверсе на необходимую величину. Для установки двигателей ЯМЗ-740 и ЯМЗ-741 передвижную стойку сдвигают до упора со стационарной, а для установки двигателей ЯМЗ-236 или ЯМЗ-238 – отодвигают от стационарной и крепят фиксатором.

Раздвижные опоры устанавливают также в зависимости от марки двигателя. Для крепления двигателей ЯМЗ-236 или ЯМЗ-238 оси штырей должны располагаться параллельно оси поворота двигателя, при этом для

установки двигателя ЯМЗ-236 опоры сдвигают, а для установки двигателя ЯМЗ-238 – раздвигают.

Для крепления двигателей ЯМЗ-740 или ЯМЗ-741 оси штырей должны располагаться под углом 45 град. К оси поворота двигателя, при этом для установки двигателя ЯМЗ-740 опоры сдвигают, а для установки двигателя ЯМЗ-741 – раздвигают. Затем опоры закрепляют фиксатором.

Двигатель устанавливают на стенд при помощи грузоподъемного устройства, вводят штыри в отверстия в блоке цилиндров двигателя. Затем включают стенд в сеть (при этом загорается сигнальная лампочка) и при помощи специального устройства поворачивают двигатель в положение, удобное для работы.

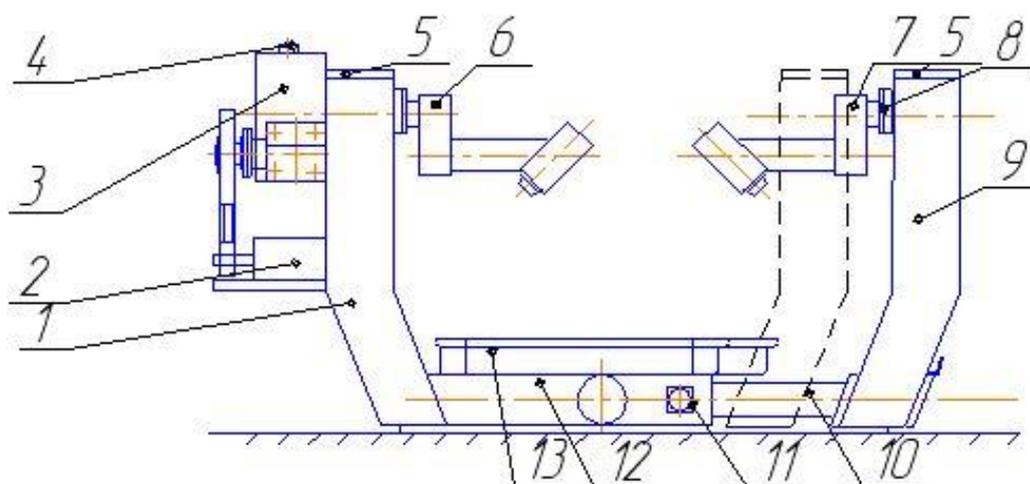
Снимают двигатель со стенда в обратном порядке.

При обслуживании стенда не реже одного раза в квартал проверяют уровень смазки в редукторе и доливают трансмиссионное масло ТАп-15 ТУ 38101176-74. подшипниковую опору смазывают через пресс-масленки солидолом синтетическим ГОСТ 4366-76.

Стенд Р776 отличается от стенда Р770 способом поворота двигателя (вручную) и габаритными размерами.

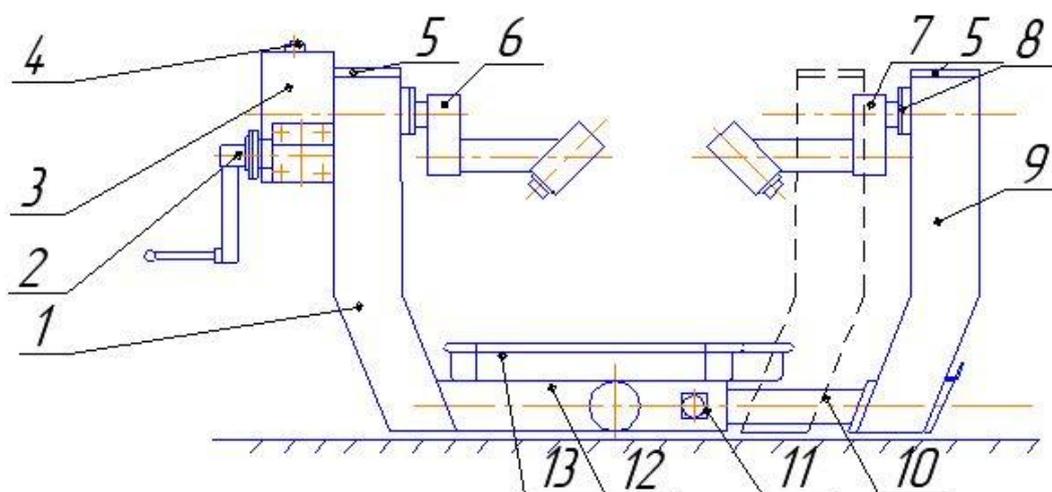
Техническая характеристика стенда (Мод. Р770 и Р776)

	Р770	Р776
Тип	Стационарный	
Способ поворота	Электродвигателем 4А71134УЗ ГОСТ 19523-74; N = 0,75 кВт; n = 1500 мин ⁻¹ ; U = 220/380В	Вручную
Угол поворота двигателя, град	360	360
Скорость поворота двигателя, мин ⁻¹	1,6	-
Габаритные размеры, мм	1170 x 1100 x 1010	1840 x 1000 x 1020
Масса, кг	270	180



1-Стойка стационарная;2-электродвигатель;3-редуктор;4-пробка заливная;5-лотки для инструмента;6,7-траверсы;8-опора подшипниковая;9-стойка передвижная;10-скалка;11-фиксатор; 12-крестовина;13-поддон

Рисунок 2 Стенд для сборки и разборки V-образных двигателей ЯМЗ
(Мод.Р770)



1-Стойка стационарная;2-рукоятка привода;3-редуктор;4-пробка заливная;5-лотки для инструмента;6,7-траверсы;8-опора подшипниковая;9-стойка передвижная;10-скалка;11-фиксатор; 12-крестовина;13-поддон

Рисунок 3 Стенд для сборки и разборки V-образных двигателей ЯМЗ
(Мод.Р776)

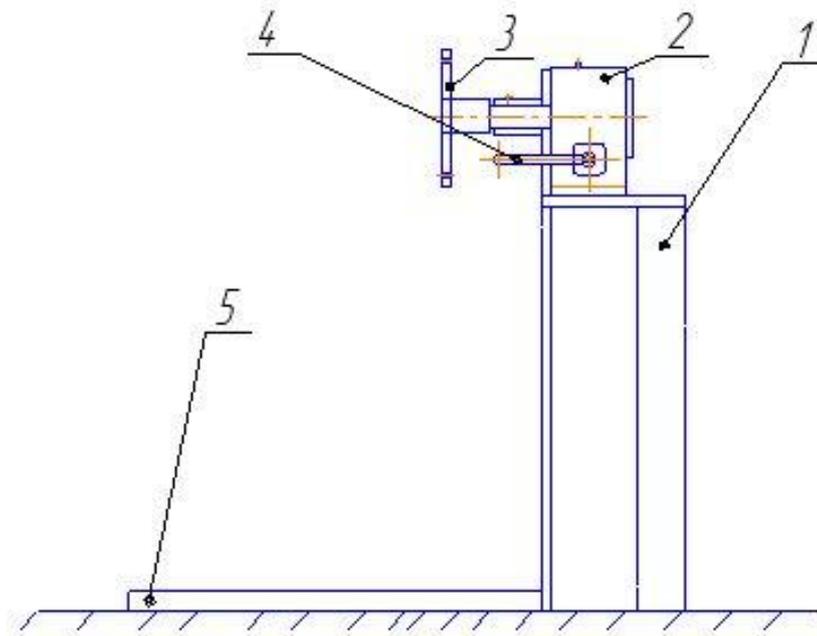
1.3.3 Стенд для сборки и разборки двигателей автомобилей

Используется в автотранспортных предприятиях и авторемонтных мастерских.

Основные узлы стенда: рама, опора, вал (крепится в роликовых конических подшипниках), привод и съемные кронштейны.

Привод состоит из редуктора и рукоятки.

При установке двигателя осматривают картер сцепления и места его крепления к блоку цилиндров. Категорически запрещается устанавливать на стенд двигатель, если картер сцепления имеет трещины и другие дефекты. При использовании для разборочно-сборочных работ ударных нагрузок устанавливают под шкив на коленчатом валу подпорки.



1-корпус;2-редуктор;3-съемный кронштейн;4-рукоятка;5-опорная рама

Рисунок 4 Стенд для сборки и разборки двигателей автомобилей

Работа на стенде производится следующим образом. На картер сцепления двигателя присоединяют кронштейн крепления, устанавливают двигатель с помощью подъемного устройства на стенд и закрепляют болтами кронштейн к фланцу стенда. При положении двигателя, наиболее удобном для проведения работы с ним, ручку отпускают.

Чтобы снять двигатель со стенда, его устанавливают в соответствующее положение. Затем отворачивают болты и снимают двигатель при помощи подъемного устройства. После этого отсоединяют кронштейн крепления от двигателя.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Обоснование исходных данных проектирования

Таблица 2.1. Исходные данные для проектирования

Наименование исходных данных	ЗИЛ-431410	КамАЗ-5320	ГАЗ-3307
Количество	23	9	15
Среднесуточный пробег, км	172,3	154,3	145,3
Средний пробег с начала эксплуатации, км	493200	450560	371240
Категория условий эксплуатации ПС	III	III	III
Режим работы подвижного состава, дни/год	255	255	255
Продолжительность транспортировки ПС в капитальный ремонт и обратно, дни	1,5	2,2	1,5
Продолжительность капитального ремонта, дни	15	22	15
Нормативы периодичности, км:			
ТО-1	3000	3000	3000
ТО-2	12000	12000	12000
КР	350000	300000	300000
Нормативы трудоемкости, чел·ч			
ЕО	0,3	0,4	0,5
ТО-1	3,6	7,5	1,9
ТО-2	14,4	24,0	11,2
ТР, чел·ч/1000км	3,4	5,5	3,2
Нормативы простоя в ТО и ТР, дни/1000км	0,4 – 0,5	0,5 – 0,55	0,4 – 0,5
Коэффициенты корректировки нормативов периодичности ТО и ТР			
K ₁ (учет условий эксплуатации)	0,8	0,8	0,8
K ₂ (учет простоя автомобиля в ТО и ТР)	1,0	1,0	1,0
K ₃ (учет природных условий)	1,0	1,0	1,0
K ₄ (K' ₄) (учет удельной трудоемкости ТР)	1,3 (1,3)	1,4 (1,3)	1,4 (1,3)
K ₅ (учет размеров АТП)	1,2	1,2	1,2
Коэффициенты корректировки нормативов трудоемкости ТО и ТР			
K ₁	1,2	1,2	1,2
K ₂	1,0	1,0	1,0
K ₃	1,0	1,0	1,0
K ₄	1,4	1,4	1,4
K ₅	1,2	1,2	1,2

2.2 Расчет программы ТО и ремонта машин

2.2.1 Корректировка нормативов

Перед началом расчетов программы скорректируем нормативы применительно к заданным условиям с учетом коэффициентов следующим образом:

$$L_1 = L'_1 \cdot K_1 \cdot K_3 = 3000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 2400 \text{ км}; \quad (2.1)$$

$$L_2 = L'_2 \cdot K_1 \cdot K_3 = 12000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 9600 \text{ км}; \quad (2.2)$$

$$L_{кр} = L'_{кр} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 350000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 280000 \text{ км}. \quad (2.3)$$

Таблица 2.2. Скорректированные нормативы периодичности ТО-1, ТО-2 и КР

Пробег, км	ЗИЛ-431410	КамАЗ-5320	ГАЗ-3307
L_1	2400	2400	2400
L_2	9600	9600	9600
$L_{кр}$	280000	240000	240000

2.2.2 Расчет количества технических воздействий за цикл эксплуатации подвижного состава

Количество ТО-2:

$$N'_2 = \frac{L_{кр}}{L_2} = 29,2 \quad (2.4)$$

где N'_2 – количество ТО-2.

Уточним норму пробега до капитального ремонта за цикл:

$$L_{кр} = N'_2 \cdot L_2 = 29 \cdot 9600 = 278400 \text{ км} \quad (2.5)$$

За цикл эксплуатации подвижного состава количество воздействий определим по формулам:

$$N_{кр} = \frac{L_{кр}}{L_{кр}} = 1; \quad (2.6)$$

$$N_2 = \frac{L_{кр}}{L_2} - N_{кр} = \frac{280000}{9600} - 1 = 28; \quad (2.7)$$

$$N_1 = \frac{L_{кр}}{L_1} - N_{кр} - N_2 = \frac{280000}{2400} - 1 - 28 = 88; \quad (2.8)$$

$$N_{EOcc} = \frac{L_{кр}}{L_{cc}} = \frac{280000}{172,3} = 1625; \quad (2.9)$$

$$N_{EOГ} = (N_1 + N_2) \cdot 1,6 = (88 + 28) \cdot 1,6 = 186 \quad (2.10)$$

Таблица 2.3 Количество технических воздействий за цикл эксплуатации

Показатели	ЗИЛ-431410	КамАЗ-5320	ГАЗ-3307
$N_{кр}$	1	1	1
N_2	28	24	24
N_1	88	75	75
N_{EOcc}	1625	1617	2158
$N_{EOГ}$	186	159	159

2.2.3. Определение количества ТО на парк автомобилей за год

Годовой пробег автомобиля, а, следовательно, программы и объема работ ТО и ремонтов не соответствует циклу. Поэтому технологический расчет выполним от цикла к году и далее к суткам и смене. Для перехода от цикла к году необходимо определить пробег подвижного состава за год:

$$L_{г} = D_{раб. г.} \cdot L_{cc} \cdot \alpha_{гг} = 305 \cdot 172,3 \cdot 0,90 = 47296 \text{ км} \quad (2.11)$$

$D_{раб. г.}$ - число дней работы предприятия в году;

$\alpha_{гг}$ - коэффициент технической готовности.

За цикл имеем:

$$\alpha_{гг} = \frac{D_{эц}}{D_{эц} + D_{рц}} = \frac{2487}{1625 + 180} = 0,90 \quad (2.12)$$

$D_{эц}$ - число дней нахождения автомобиля в технически исправном состоянии;

$D_{рц}$ - число дней простоя автомобиля на ТО, ТР и КР.

Принимаем

$$D_{\text{эц}} = \frac{L_{\text{кр}}}{L_{\text{сс}}} = \frac{280000}{172,3} = 1625 \text{ дней.} \quad (2.13)$$

Число дней простоя автомобиля в ТО-2, ТР и КР за цикл:

$$D_{\text{рц}} = \frac{D_{\text{ТО-ТР}} \cdot L_{\text{кр}} \cdot K_4}{1000} + D_{\text{кр}} + D_{\text{тран}} = \frac{0,45 \cdot 280000 \cdot 1,3}{1000} + 15 + 1,5 \approx 180 \text{ дней} \quad (2.14)$$

где $D_{\text{ТО-ТР}}$ - нормативы простоя автомобиля в ТО-2 и ТР, дни/1000 км;

$D_{\text{кр}}$ - нормативный простой автомобиля в КР на авторемонтном заводе, дни;

$D_{\text{тран}}$ - число дней, затраченных на транспортирование подвижного состава на авторемонтное предприятие и обратно:

$$D_{\text{тран}} = (0,1 \dots 0,2) \cdot D_{\text{кр}} = 0,1 \cdot 15 = 1,5 \text{ дня.} \quad (2.15)$$

K_4 - коэффициент, корректирующий продолжительность простоя в ТО и ремонте в зависимости от пробега с начала эксплуатации.

Коэффициент перехода от цикла к году:

$$\eta = \frac{L_{\text{г}}}{L_{\text{ц}}} = \frac{47296}{280000} = 0,169 \quad (2.16)$$

Следовательно, на группу автомобилей годовое число технических воздействий:

$$N_{\text{кр г}} = N_{\text{кр}} \cdot \eta \cdot A_{\text{и}} = 1 \cdot 0,169 \cdot 23 = 3,9 \quad (2.17)$$

$$N_{2г} = N_2 \cdot \eta \cdot A_{\text{и}} = 28 \cdot 0,169 \cdot 23 = 108,8 \quad (2.18)$$

$$N_{1г} = N_1 \cdot \eta \cdot A_{\text{и}} = 88 \cdot 0,169 \cdot 23 = 342,1 \quad (2.19)$$

$$N_{\text{ЕОсгр}} = N_{\text{ЕОсг}} \cdot \eta \cdot A_{\text{и}} = 2487 \cdot 0,169 \cdot 23 = 6316,4 \quad (2.20)$$

$$N_{\text{ЕОтр}} = N_{\text{ЕОт}} \cdot \eta \cdot A_{\text{и}} = 186 \cdot 0,169 \cdot 23 = 722,9 \quad (2.21)$$

Таблица 2.4 Годовое количество воздействий на парк автомобилей

Технические воздействия	ЗИЛ-431410	КамАЗ-5320	ГАЗ-3307	Всего
α_{Γ}	0,90	0,91	0,93	
η	0,169	0,172	0,132	
$N_{кр \Gamma}$	3,9	1,55	1,98	7,43
$N_{2\Gamma}$	108,8	43,3	55,4	207,5
$N_{1\Gamma}$	342,1	136,2	174,2	652,5
$N_{EOcc\Gamma}$	6316,4	2503,1	4272,8	13092,3
$N_{EO\Gamma}$	722,9	246,1	314,8	1283,8
L_{Γ} , км	47296	41188	31616	120100

2.2.4 Определение программы диагностических воздействий на весь парк за год

Диагностирование подвижного состава входит в объемы работ ТО и ТР

Программа Д-1:

$$N_{Д-1} = \sum N_{1\Gamma} + \sum N_{2\Gamma} + 0,1 N_{1\Gamma} = 1,1 N_{1\Gamma} + N_{2\Gamma} = 1,1 \cdot 652,5 + 207,5 = 925,3 \quad (2.22)$$

Диагностирование Д-2 предназначено для определения мощностных и экономических показателей автомобиля при ТО-2, а также для выявления объектов работ ТР и программа Д-2 за год для всего парка автомобилей

$$N_{Д-2} = N_{2\Gamma} + 0,2 N_{2\Gamma} = 1,2 N_{2\Gamma} = 1,2 \cdot 652,5 = 249,0 \quad (2.23)$$

2.2.5 Определение суточной программы ТО и диагностирования автомобилей.

По видам ТО и диагностирования суточная производственная программа:

$$N_{i \text{ сут}} = \frac{N_{iu}}{D_{\text{раб}i}} = \frac{652,5 + 207,5 + 925,3 + 249}{255} = 8 \quad (2.24)$$

2.3. Расчет объемов технических воздействий

2.3.1. Выбор и корректировка нормативов трудоемкостей.

Нормативные трудоемкости t_{EOH} , t_{1H} , t_{2H} , t_{TPH} подлежат корректированию:

Для автомобиля ЗИЛ:

$$t_{EO} = t_{EOH} \cdot K_2 = 0,3 \cdot 1,0 = 0,3 \text{ чел}\cdot\text{ч}; \quad (2.25)$$

$$t_1 = t_{1H} \cdot K_2 \cdot K_4 = 3,6 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 4,7 \text{ чел}\cdot\text{ч}; \quad (2.26)$$

$$t_2 = t_{2H} \cdot K_2 \cdot K_4 = 14,4 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 18,7 \text{ чел}\cdot\text{ч}; \quad (2.27)$$

$$t_{TP} = t_{TPH} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = 3,4 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,4 \cdot 1,2 = 6,85 \frac{\text{чел}\cdot\text{ч}}{1000\text{км}} \quad (2.28)$$

Таблица 2.5 Скорректированные нормативы трудоемкостей

Нормативы трудоемкостей	ЗИЛ-431410	КамАЗ-5320	ГАЗ-3307	Всего
t_{EO} , чел·ч	0,3	0,4	0,5	1,2
t_1 , чел·ч	4,7	9,8	2,5	17,0
t_2 , чел·ч	18,7	31,2	14,6	64,5
t_{TP} , чел·ч/1000 км	6,85	11,1	6,45	24,4

2.3.2. Годовой объем работ по ТО и ТР.

Объемы работ по EO_{cc} , EO_{OT} , $TO-1$, $TO-2$ за год определим по выражениям:

$$T_{EO_{cc}} = N_{EO_{cc}} \cdot t_{EO_{cc}} = 6316,4 \cdot 0,3 = 1894,9; \quad (2.29)$$

$$T_{EO_{OT}} = N_{EO_{OT}} \cdot t_{EO_{OT}} = 722,9 \cdot 0,3 = 216,9; \quad (2.30)$$

$$T_{1T} = N_{1T} \cdot t_{TO-1} = 342,1 \cdot 4,7 = 1607,9; \quad (2.31)$$

$$T_{2T} = N_{2T} \cdot t_{TO-2} = 108,8 \cdot 18,7 = 2034,6 \quad (2.32)$$

Таблица 2.6 Годовой объем работ по ТО, ЕО и ТР за год по всему парку автомобилей

Годовой объем работ, чел·ч	ЗИЛ-431410	КамАЗ-5320	ГАЗ-3307	Всего
$T_{ТРг}$	7451,5	4114,7	3058,8	14625
$T_{1г}$	1607,9	1334,8	435,5	3378,2
$T_{2г}$	2034,6	1350,9	808,8	4194,3
$T_{ЕОсс}$	1894,9	1001,2	2136,4	5032,5
$T_{ЕОт}$	216,9	98,4	157,4	472,7

Годовой объем работ ТР для автомобиля марки ЗИЛ:

$$T_{ТРг} = L_{г} \cdot A_{и} \cdot \frac{t_{ТР}}{1000} = 47296 \cdot 23 \cdot \frac{6,85}{1000} = 7451,5 \text{ чел·ч} \quad (2.33)$$

2.3.3 Распределение объемов работ ТО и ТР по производственным зонам

Объемы работ ТО и ТР распределяются по месту их выполнения с учетом технологических и организационных признаков. Результаты расчетов сведены в таблицы 2.7 и 2.8.

Таблица 2.7 Распределение трудоемкости ТО-1 и ТО-2 по видам работ

Виды работ	ЗИЛ-431410		КамАЗ-5320		ГАЗ-3307	
	%	чел·ч	%	чел·ч	%	чел·ч
ТО-1						
Общее диагностирование D_1	10	160,8	10	133,5	10	43,6
Крепежные, регулировочные, смазочные и др.	90	1447,1	90	1201,3	90	391,9
ТО-2						
Общее диагностирование D_2	10	203,5	10	135,1	10	80,9
Крепежные, регулировочные, смазочные и др.	90	1831,1	90	1215,8	90	727,9

2.3.4 Расчет численности ремонтно-обслуживающего персонала

Технологически необходимое количество рабочих, т. е. непосредственно обеспечивающие выполнение годового объема работ ТО и ремонта в общем или отдельно по каждому виду работ:

$$P_r = \frac{T_z}{\Phi_m} = \frac{27702,7}{2070} = 13,4 \text{ чел} \quad (2.34)$$

где T_r - годовой объем работ, чел·ч;

Φ_r - годовой фонд времени рабочего места или технологически необходимого рабочего.

Штатное количество производственных рабочих, т. е. принимаемое предприятием с учетом потерь рабочих дней на отпуск, болезни и по другим причинам:

$$P_{ш} = \frac{T_z}{\Phi_{ш}} = \frac{2702,7}{1840} = 15,1 \text{ чел}, \quad (2.35)$$

где $\Phi_{ш}$ - годовой фонд времени штатного рабочего.

2.4. Расчет постов в производственных зонах и отделениях. Подбор технологического оборудования и оснастки для них

2.4.1. Расчет зон ЕО, ТО-1 и ТО-2 и диагностики

Для зон и отделений, выполняющих работы планового характера (ЕО, ТО-1, ТО-2, Д₁ и Д₂) расчет постов проведем по двум основным параметрам: такту и ритму производства.

Посты ТО по своему технологическому назначению делятся на универсальные и специализированные. Количество универсальных постов:

$$X_i = \frac{\tau_{ni}}{R_i} \quad (2.36)$$

где τ_{ni} - такт поста (продолжительность простоя автомобиля на данном посту, необходимое для выполнения i - го вида технического воздействия);

R_i - ритм производства (доля промежутка времени работы поста за смену, приходящаяся на выполнение одного технического воздействия i - го вида).

Ритм производства в соответствии со смысловым значением этого параметра определяется по формуле:

$$R_i = \frac{T_{ioo}}{N_{ic}} \cdot 60 \text{ мин}, \quad (2.37)$$

где T_{ioo} - продолжительность работы поста за смену, час. Принимаем $T_{ioo} = 7$ часов.

N_{ic} - суточная программа данного вида воздействия, ед.

Расчет такта поста i - го назначения проведем по формуле

$$\tau_{in} = \frac{t_i}{P_{in}} \cdot 60 + t_{nc} \text{ мин}, \quad (2.38)$$

где t_i - трудоемкость комплекса работ, составляющих вид технического воздействия, выполняемого на данном посту, чел·ч;

P_{in} - среднее количество рабочих, одновременно работающих на i -ом посту, чел;

t_{nc} - продолжительность времени, затрачиваемого на постановку и съезд автомобиля с поста, мин. Принимаем $t_{nc} = 5$ мин.

2.4.2 Расчет количества постов текущего ремонта

Для расчета количества постов ТР используем годовой объем постовых работ текущего ремонта.

Определим количество постов текущего ремонта для следующих зон и отделений:

зона ТР (контрольно-диагностические, крепежные, регулировочные и разборо- сборочные работы);

сварочное отделение;

малярное отделение;

кузовное отделение;
 деревообрабатывающее отделение.

Количество постов ТР определим по следующей формуле:

$$x_{ТР} = \frac{T_{ТР} \cdot \varphi \cdot K_{\max}}{D_{рз} \cdot T_{см} \cdot P_n \cdot \eta_n}, \quad (2.38)$$

где $T_{ТР}$ - годовая трудоемкость контрольных, крепежных, регулировочных работ, разборо-сборочных работ, выполняемых на постах ТР, $\frac{\text{чел} \cdot \text{ч}}{1000\text{км}}$;

$D_{рз}$ - принятое количество дней работы в году постов ТР, дни;

$T_{см}$ - продолжительность рабочей смены, ч, $T_{см} = 7$ ч;

P_n - среднее количество рабочих, одновременно работающих на посту, чел;

φ - коэффициент, учитывающий возможность неравномерного поступления автомобилей в зону ТР в течение смены. Зависит от уровня совершенства планирования и управления производством. Принимаем $\varphi = 0,8$;

η_n - коэффициент использования рабочего времени поста за смену. Зависит в основном от организации подготовки производства. Принимаем $\eta_n = 0,8$;

K_{\max} - коэффициент, отражающий долю работ, выполняемых в наиболее загруженную смену. Принимаем для односменной работы $K_{\max} = 1$.

Таблица 2.8 Распределение трудоемкости текущего ремонта по видам работ

Вид работ	ЗИЛ-431410		КамАЗ-5320		ГАЗ-3307	
	%	чел.ч	%	чел.ч	%	чел.ч
1	2	3	4	5	6	7
Постовые работы						
общее диагностирование	2%	148,5	2%	82,3	2%	61,2
регулировочные и разборочно-сборочные	35%	2598,8	35%	1440,3	35%	1070,7
сварочные	3%	222,8	3%	123,5	3%	91,8
жестяницкие	2%	148,5	2%	82,3	2%	61,2
1	2	3	4	5	6	7
деревобработывающие	2%	148,5	2%	82,3	2%	61,2
окрасочные	6%	445,5	6%	246,9	6%	183,5
Участковые работы						
агрегатные	18%	1336,5	18%	740,7	18%	550,6
слесарно-механические	1%	74,3	1%	41,2	1%	30,6
электротехнические	5%	371,3	5%	205,8	5%	153,0
аккумуляторные	2%	148,5	2%	82,3	2%	61,2
ремонт приборов системы питания	4%	297,0	4%	164,6	4%	122,4
шиномонтажные	1%	74,3	1%	41,2	1%	30,6
шиноремонтные	1%	74,3	1%	41,2	1%	30,6
кузнечно-рессорные	3%	222,8	3%	123,5	3%	91,8
медницкие	2%	148,5	2%	82,3	2%	61,2
сварочные	1%	74,3	1%	41,2	1%	30,6
жестяницкие	1%	74,3	1%	41,2	1%	30,6
арматурные	1%	74,3	1%	41,2	1%	30,6
обойные	1%	74,3	1%	41,2	1%	30,6

Таблица 2.11 Расчет количества постов ТР

Вид работ	Трудоемкость работ, чел·ч/1000 км	Количество рабочих	Принятое количество постов
ТР	7299,5	7	1

2.5. Расчет площадей производственных зон и отделений (участков)

2.5.1. Методы расчета производственных площадей

Площадь зон ТО-1, ТО-2 и ТР определим по формуле:

$$F=f_a \cdot x_n \cdot k, \quad (2.39)$$

Таблица 2.12 Расчет потребных площадей производственных зон и отделений

Наименование зоны, отделения	Площадь, занимаемая оборудованием, m^2	Коэффициент плотности расстановки оборудования	Площадь, m^2
ТО-1	6,62	6,0	103,2
ТО-2	7,74	6,0	51,6
ТР	10,56	6,0	51,6
Электротехническо- аккумуляторное отделение	10,39	3,5	36,4
Агрегатное отделение	17,6	4,0	70,4
Слесарно-механическое отделение	17,76	3,5	62,2
Отделение по ремонту приборов системы питания	6,8	3,5	23,8
Кузнечно-рессорное, сварочное и арматурное отделение	13,34	4,5	60,0
Обойное, медницкое, шиноремонтное, шиномонтажное и жестяницкое отделение	20,56	3,5	72,0
Всего:	111,37		531,2

где f_a - площадь, занимаемая автомобилем, m^2 ;

x_n - суммарное число постов в зоне;

k - коэффициент плотности расстановки постов. Принимаем для постов с односторонним расположением оборудования $k=6$.

Площадь ремонтных участков: $F=f_{об} \cdot k_{п}$,

где $f_{об}$ - площадь, занимаемая оборудованием, m^2 ;

$k_{п}$ - коэффициент плотности расстановки оборудования.

2.5.2 Расчет хранимых запасов и площадей складских помещений

Для нормальной эксплуатации подвижного состава, его технического обслуживания и ремонта транспортное подразделение должно иметь необходимый запас эксплуатационных материалов, запасных частей и других ценностей. Перечень и размер запаса хранимых материалов зависит от уровня внешних кооперативных связей по ТО и ремонту подвижного состава, содержания производственно-технической базы, организационной структуры материально-технического снабжения в регионе и отрасли.

По своему назначению складские помещения могут использоваться для хранения:

- автомобильного топлива;
- смазочных материалов;
- автомобильных шин;
- лакокрасочных материалов;
- металлов;
- агрегатов;
- деталей и узлов;
- пиломатериалов;
- инструмента;
- кислорода и ацетилена в баллонах;
- прочих эксплуатационных материалов;
- автомобилей, агрегатов, узлов, деталей, шин, подлежащих списанию, капитальному ремонту, восстановлению;
- отработавших смазочных материалов, подлежащих регенерации;

– других ценностей.

Для расчета площади складских помещений предварительно по нормативам определим количество (запас) хранимых запасных частей и материалов исходя из суточного расхода и продолжительности хранения. Далее по количеству хранимого запаса подберем оборудование склада (емкости для хранения смазочных материалов, насосы, стеллажи и др.) и определим площадь помещения.

2.5.3 Склад смазочных материалов

Запас смазочных материалов:

$$Z_m = 0,01 \cdot Q_{\text{сут}} \cdot q_n \cdot D_z, \quad (2.40)$$

где $Q_{\text{сут}}$ - суточный расход топлива, л;

q_n - норма расхода смазочных материалов на 100 л расхода топлива;

D_z - число дней запаса.

Суточный расход топлива автомобилей:

$$Q_{\text{сут}} = (Q_l + Q_m) \cdot \omega, \quad (2.41)$$

где Q_l - расход топлива на линии, л;

Q_m - суточный расход топлива на внутригаражное маневрирование и технологические надобности. Принимаем $Q_m = 0,01 Q_l$;

ω - коэффициент, учитывающий принятые в подразделении повышения и снижения нормы расхода топлива.

Суточный расход топлива на линейную работу подвижного состава рассчитаем по следующей формуле:

$$Q_l = \frac{A_u \cdot \alpha_u \cdot L_{cc}}{100} \cdot q_n, \quad (2.42)$$

где A_u - списочное количество автомобилей, ед;

α_u - коэффициент использования парка;

L_{cc} - среднесуточный пробег одного автомобиля, км;

q_n - линейный расход топлива по нормам, л/100 км.

Для каждого вида смазок выбираем резервуар объемом $2,2 \text{ м}^3$.

Площадь, занимаемая одним резервуаром:

$$F_{p.} = D \cdot L = 1,0 \cdot 2,8 = 2,8 \text{ м}^2 \quad (2.42)$$

Таблица 2.13 Расчет запаса смазочных материалов

	ЗИЛ-431410	КамАЗ-5320	ГАЗ-3307	Всего
Нормативный линейный расход топлива q_n , л/100 км	31	25	24,5	
Списочное количество автомобилей A_u	23	9	15	
Среднесуточный пробег L_{cc} , км	172,3	148,4	111,2	
Расход топлива на линии Q_l , л	1105,6	303,8	380,1	
Суточный расход топлива $Q_{сут}$, л	1116,7	306,8	383,9	
Нормы расхода:				
моторные масла, л				
трансмиссионные масла, л	2,8	4,0	2,8	
специальные масла, л	0,3	0,4	0,3	
пластичные	0,1	0,1	0,1	
(консистентные) смазки, кг	0,2	0,3	0,2	
Запас:				
моторные масла, л				
трансмиссионные масла, л	469,0	184,1	161,2	814,3
специальные масла, л	50,3	18,4	17,3	86,0
пластичные	16,7	4,6	5,8	27,1
(консистентные) смазки, кг	33,5	13,8	11,5	58,8

Для отработанных масел также предусмотрим один резервуар объемом $2,2 \text{ м}^3$ (объем отработавших масел принимаем равным 15 % от расхода свежих масел).

Общая площадь склада смазочных материалов:

$$F_{ск} = f_{об} \cdot kп = 4 \cdot 2,8 \cdot 2,5 = 28,0 \text{ м}^2. \quad (2.43)$$

2.5.4 Склад резины

Площадь склада резины определим исходя из того, что покрышки хранятся на стеллажах в два яруса в вертикальном положении одна к другой и камеры хранятся внутри покрышек.

Запас покрышек рассчитаем по формуле:

$$Z_{рез} = \frac{A_u \cdot \alpha_u \cdot L_{cc} \cdot x_k}{L_{гн} + L_{эн}} \cdot D_з, \quad (2.44)$$

где x_k - количество шин, используемых на автомобиле (без запасной);

$L_{гн}$ - гарантийная норма пробега новой покрышки без ремонта, км;

$L_{эн}$ - гарантийная норма пробега шин после наложения нового протектора, км;

$D_з$ - число дней запаса.

Длина стеллажей для хранения покрышек:

$$l_{ст} = \frac{Z_{рез}}{n} = \frac{10}{8} = 1,25 \text{ м}, \quad (2.45)$$

где $n = 6...10$ - количество покрышек на 1 погонный метр при двухъярусном хранении. Принимаем $n = 8$.

Таблица 2.14 Расчет запаса покрышек

Параметры	ЗИЛ-431410	КамАЗ-5320	ГАЗ-3307	Всего
Списочное количество автомобилей A_u	23	9	15	47
Среднесуточный пробег L_{cc} , км	172,3	148,4	111,2	431,9
Количество шин, используемых на автомобиле x_k , шт	6	10	6	
Гарантийная норма пробега новой покрышки $L_{гн}$, км	45000	45000	45000	
Гарантийная норма пробега шин после наложения нового протектора $L_{эн}$, км	24000	24000	24000	
Запас покрышек $Z_{рез}$:				
расчетное	4,7	2,6	2,0	
принятое	5	3	2	10

Ширина стеллажа определяется размером покрышки. Принимаем ширину стеллажа равной 0,5 м.

Тогда площадь, занимаемая стеллажами:

$$f_{об} = l_{ст} \cdot b_{ст} = 1,25 \cdot 0,5 = 0,63 \text{ м}^2 \quad (2.46)$$

Площадь склада резины:

$$F_{ск} = f_{об} \cdot k_{п} = 0,63 \cdot 2,5 = 1,7 \text{ м}^2 \quad (2.47)$$

2.5.5 Склад запасных частей, агрегатов и материалов

Размеры запаса агрегатов, материалов и запасных частей рассчитаем отдельно по каждой из названных групп.

Хранимый запас запасных частей:

$$M_{зп.ч} = \frac{A_u \cdot \alpha_u \cdot L_{cc}}{10000} \cdot \frac{a \cdot M_a}{100} \cdot D_з \quad (2.48)$$

где M_a - масса автомобиля, кг;

a - средний процент расхода запасных частей на 10000 км пробега;

$D_з$ - число дней запаса.

Таблица 2.15 Расчет хранимых запасов запасных частей, агрегатов и материалов

запасных частей, агрегатов и материалов	ЗИЛ-431410	КамАЗ - 5320	ГАЗ-3307	Всего
Списочное количество автомобилей A_u	23	9	15	47
Среднесуточный пробег L_{cc} , км	172,3	154,3	145,3	431,9
Средний расход на 10000 км пробега, а:				
запасных частей	2,0	2,0	2,0	
металлы и металлические изделия	1,3	1,3	1,3	
лакокрасочные изделия и химикаты	0,2	0,2	0,2	
прочие материалы	0,2	0,2	0,2	
Масса автомобиля M_a , кг	4175	7080	3200	

Хранимый запас $M_{зп.ч}$, кг:				
запасных частей				
металлы и металлические изделия	446,7	258,2	148,9	853,8
лакокрасочные изделия и химикаты	290,4	167,8	96,8	555,0
прочие материалы	44,7	25,8	14,9	85,4
	44,7	25,8	14,9	85,4

Площадь пола, занимаемая стеллажами:

$$f_{об} = \frac{M}{m_c}, \quad (2.49)$$

где M - масса хранимых ценностей, кг;

m_c - допускаемая нагрузка на 1 m^2 площади стеллажа, кг/ m^2 .

Таблица 2.16 Расчет площади пола, занимаемого оборудованием

Оборудование	M , кг	m_c , кг/ m^2	$f_{об}$, m^2
Запасные части	853,8	600	1,42
Металлы и металлические изделия	555,0	650	0,85
Лакокрасочные изделия и химикаты	85,4	250	0,34
Прочие материалы	85,4	250	0,34
Всего:	1579,6		2,95

Площадь склада запасных частей и материалов:

$$F_{ск} = f_{об} \cdot K_{п} = 2,95 \cdot 2,5 = 7,4 \text{ м}^2 \quad (2.50)$$

2.5.6 Расчет площади стоянки автомобилей

Площадь зоны хранения автомобилей:

$$F_x = f_a \cdot A_{ст} \cdot K_{п} \quad (2.51)$$

где f_a - площадь, занимаемая автомобилем в плане (по габаритным размерам), m^2 ;

$A_{ст}$ - число автомобиле-мест хранения;

$k_{пл}$ - коэффициент плотности расстановки автомобиле-мест хранения.

Таблица 2.17 Расчет площади стоянки автомобилей

Параметры	ЗИЛ-431410	КамАЗ-5320	ГАЗ-3307	Всего
Площадь, занимаемая автомобилем в плане f_a , m^2	16,7	18,6	10,7	
Число автомобиле-мест хранения $A_{ст}$	23	9	15	47
Коэффициент плотности расстановки автомобиле-мест хранения $k_{пл}$	2,5	2,5	2,5	
Площадь зоны хранения автомобилей F_x , m^2	960,3	418,5	401,5	1780,3

Таблица 2.18 Ведомость технологического оборудования производственных зон

зон

№ п/п	Наименование оборудования	Модель, тип	Количество	Площадь, m^2	
				единая	общая
1	2	3	4	5	6
Зона ЕО					
1	Установка для мойки автомобилей щеточно-струйная	М 1152	1	0	0
2	Установка смазочно-заправочная, пневматическая	С-101	1	4,1	4,1
	Всего:				4,1
Зона ТО-1					
1	Манометр для измерения давления в шинах	нет	2	0	0
2	Тележка для снятия и установки колес	П 217	1	0	0
3	Гайковерт для гаек колес	И-330	2	0,7	1,4
4	Комплект инструмента автомеханика	И-131	1	0	0
5	Нагнетатель смазки	142	1	0,18	0,18
6	Установка смазочно-заправочная	С-101	1	2,4	2,4

7	Комплект переносных приборов для проверки углов установки управляемых колес	К-470	1	0	0
8	Линейка для проверки схождения управляемых колес	К-463	1	0	0
9	Прибор для проверки рулевого управления	К-187	1	0	0
10	Прибор для проверки шкворневых соединений	НИИАТ Т-1	1	0	0
11	Прибор для проверки гидроусилителя руля и гидронасоса автомобиля	К-405	1	0	0
12	Прибор для проверки и регулировки автомобильных фар	ЦКБ-К-303	1	0	0
13	Домкрат гаражный	П-308	1	0	0
14	Прибор для проверки электрооборудования	Э-214	1	0	0
15	Прибор для проверки прерывателей-распределителей	Э-213	1	0	0
16	Стеллаж для деталей	нет	2	1,2	2,4
17	Ларь для ветоши	нет	1	0,24	0,24
18	Верстак слесарный	ПИ-012М	2	0	0
	Всего:				6,62
Зона ТО-2					
1	Станок для статической балансировки колес	НИИ-126	1	0	0
2	Гайковерт для гаек колес	И-330	1	0,2	0,2
3	Комплект инструмента автомеханика	И-131	1	0	0
1	2	3	4	5	6
4	Нагнетатель смазки	142	1	0,18	0,18
5	Установка смазочно-заправочная	С-101	1	2,4	2,4
6	Установка для сбора отработавшего масла с насосом	«Аурас»	1	0,6	0,6
7	Комплект приборов для проверки тормозных механизмов автопоездов	К-482	1	1	1
8	Прибор для проверки рулевого управления	К-187	1	0	0
9	Прибор для проверки шкворневых соединений	НИИАТ Т-1	1	0	0

10	Прибор для проверки гидроусилителя руля и гидронасоса автомобиля	К-405	1	0	0
11	Комплект инструмента для обслуживания электрооборудования	И-143	1	0	0
12	Приспособление для снятия и установки КПП	2471	1	0	0
13	Тележка для снятия и постановки рессор	П-216	1	0	0
14	Домкрат гаражный	П-308	1	0	0
15	Прибор для проверки прерывателей-распределителей	Э-213	1	0	0
16	Ванна для мойки деталей	ОМ-136А	1	0	0
17	Ларь для ветоши	нет	1	0,24	0,24
18	Стеллаж для деталей	нет	1	1,2	1,2
19	Верстак слесарный	ПИ-012М	2	0,96	1,92
	Всего:				7,74
Зона ТР					
1	Подъемник-комплект передвижных стоек	П-238	2	0,7	1,4
2	Тележка для снятия и установки колес	П-217	1	1,08	1,08
3	Станок для статической балансировки колес	НИИ-126	1	0,6	0,6
4	Комплект приборов и инструмента для обслуживания АКБ	Э-412	1	0	0
5	Гайковерт для гаек колес	И-330	1	0,7	0,7
6	Комплект инструмента автомеханика	И-131	1	0	0
7	Нагнетатель смазки	142	1	0,18	0,18
8	Установка смазочно-заправочная	С-101	1	2,4	2,4
9	Установка для сбора отработавшего масла с насосом	«Аурас»	1	0,6	0,6
10	Кран-балка	423	1	0	0
11	Прибор для проверки шкворневых соединений	НИИАТ Т-1	1	0	0
12	Прибор для проверки гидроусилителя руля и гидронасоса автомобиля	К-405	1	0	0
13	Домкрат гаражный	П-308	1	0	0

14	Приспособление для снятия и установки КПП	2471	1	0	0
15	Тележка для снятия и постановки рессор	П-216	1	1,1	1,1
16	Тележка для перевозки агрегатов	ОПС-89	1	1,1	1,1
17	Ванна для мойки деталей	ОМ-136А	1	0,2	0,2
18	Передвижной пост слесаря- авторемонтника	Р-506	1	1,2	1,2
	Всего:				10,56
Электротехническо-аккумуляторное отделение					
1	Верстак слесарный	2280	1	1,2	1,2
2	Ящик для ветоши	нет	1	0,24	0,24
3	Шкаф сушильный	МП014	1	0,24	0,24
4	Прибор для проверки зажигания	514-2МГАР	1	0,1	0,1
5	Универсальный контрольно-испытательный стенд	УКС-60	1	1,37	1,37
6	Стенд для проточки якорей	Р105	1	0,43	0,43
7	Прибор для проверки якорей электродвигателей	Э-326	1	0,75	0,75
8	Прибор для проверки системы зажигания	СПЗ-6	1	0,4	0,4
9	Установка для мойки деталей	1419-0,1	1	0,84	0,84
10	Электроточило	И-178	1	0,12	0,12
11	Стеллаж для приборов	нет	1	0,12	0,12
12	Ларь для ветоши и отходов	нет	1	0,2	0,2
13	Верстак для ремонта аккумуляторов	Р 968	1	0,7	0,7
14	Ванна для приготовления электролита	СВ-2	1	0,12	0,12
15	Электродисциплиатор	МД-1	1	0,12	0,12
16	Стенд для зарядки аккумуляторов	ВСЛ-111	1	0,09	0,09
17	Стеллаж для хранения аккумуляторов	нет	1	2	2
18	Ванна для мойки	нет	1	0,4	0,4
19	Стеллаж для деталей	ОРГ-1468	1	0,7	0,7
20	Шкаф для инструментов	нет	1	0,25	0,25
	Всего:				10,39
Агрегатное отделение					

1	Стенд для ремонта двигателей	2473	1	1,17	1,17
2	Стенд для проверки двигателей	R 770	1	0,96	0,96
3	Вертикально-сверлильный станок	2506	1	0,43	0,43
4	Стенд для ремонта рулевого управления	3067	1	0,54	0,54
5	Стенд для ремонта КПП	2365	1	0,54	0,54
6	Стенд для проверки поршневой группы	ГАРО	1	0,3	0,3
7	Стенд для испытаний КПП	АКГБ25 А	1	2,16	2,16
8	Стенд для ремонта задних мостов	306-40	1	1,5	1,5
9	Настольный пресс	2136-М	1	0,13	0,13
10	Подвесная кран-балка	ОП-2523	1	0	0
11	Установка для мойки деталей	3А-64	1	1,76	1,76
12	Стеллаж	2249	1	3,33	3,33
13	Ларь для ветоши	нет	1	0,6	0,6
14	Верстак слесарный	2280	1	1,12	1,12
15	Ящик для инструмента	нет	1	0,96	0,96
16	Слесарные тиски	нет	1	0	0
17	Заточной станок	332-А	1	0,4	0,4
18	Станок для расточки тормозных барабанов	P-114	1	1,7	1,7
	Всего:				17,6

Слесарно-механическое отделение

1	Радиально-сверлильный станок	НРС-15	1	0,15	0,15
2	Вертикально-сверлильный станок	255-3А	1	1	1
3	Верстак слесарный	2280	1	1,12	1,12
4	Токарно-винторезный станок	1К62	1	5	5
5	Универсальный фрезерный станок	6А83	1	5,63	5,63
6	Станок для заточки инструмента	35634	1	0,57	0,57
7	Ящик для инструмента	нет	1	0,96	0,96
8	Стеллаж	2249	1	3,33	3,33
	Всего:				17,76

Слесарно-механическое отделение

1	Радиально-сверлильный станок	НРС-15	1	0,15	0,15
2	Вертикально-сверлильный станок	255-3А	1	1	1

3	Верстак слесарный	2280	1	1,12	1,12
1	2	3	4	5	6
4	Токарно-винторезный станок	1К62	1	5	5
5	Универсальный фрезерный станок	6А83	1	5,63	5,63
6	Станок для заточки инструмента	35634	1	0,57	0,57
7	Ящик для инструмента	нет	1	0,96	0,96
8	Стеллаж	2249	1	3,33	3,33
	Всего:				17,76
Отделение ремонта приборов системы питания					
1	Прибор для проверки форсунок	КИ-562	1	0,4	0,40
2	Стенд для проверки карбюраторов	«Карат»	1	0,3	0,3
3	Стеллаж для деталей	нет	1	0,8	0,8
4	Верстак слесарный	нет	1	2,24	2,24
5	Стенд для испытания ТНВД	СТДА	1	1,7	1,7
6	Ящик для инструментов	нет	1	0,96	0,96
7	Ларь для ветоши и отходов	нет	1	0,4	0,4
	Всего:				6,8
Кузнечно-рессорное, сварочное и арматурное отделение					
1	Электропечь	ГАРО	1	0,74	0,74
2	Закалочная ванна	2256	1	1,4	1,4
3	Вертикально-сверлильный станок	21155	1	0,54	0,54
4	Стенд для сборки-разборки рессор	Р-215	1	1,26	1,26
5	Шкаф для инструмента	2250	1	0,32	0,32
6	Наковальня	ПИ-0,85	1	0,32	0,32
7	Стеллаж для рессорных листов	нет	1	2,4	2,4
8	Верстак слесарный	2060	1	1,44	1,44
9	Виброножницы	С-424	1	0,05	0,05
10	Плита	ГАПО	1	0,5	0,5
11	Стеллаж для деталей	нет	1	0,24	0,24
12	Ларь для отходов	нет	1	0,32	0,32
13	Стол для сварочных работ	А-4013	1	0,9	0,9
14	Электросварочный аппарат	СТЭ-249	1	0,21	0,21
15	Ацетиленовый	нет	1	0,84	0,84

16	Стеллаж	ПЧ-026	1	1,86	1,86
	Всего:				13,34
Обойное, медницкое, жестяницкое, шиноремонтное и шиномонтажное отделение					
1	Верстак для обойных работ	2288	1	4,5	4,5
2	Швейная машина	ЛП-23А	1	0,28	0,28
3	Шкаф	нет	1	0,6	0,6
4	Стеллаж	ПИ-0,28	1	3,0	3,0
5	Ларь для отходов	ПИ-0,26	1	0,6	0,6
6	Стенд для демонтажа и сборки шин	Ш-513	1	3,83	3,83
7	Клеть для накачки шин	нет	1	1,04	1,04
8	Стенд для хранения покрышек	нет	1	1,61	1,61
9	Установка для мойки и проверки камер	1457	1	2,16	2,16
10	Электровулканизатор	6140	1	1,3	1,3
11	Стенд для камер	нет	1	0,32	0,32
12	Верстак слесарный	2060	1	1,12	1,12
13	Ларь для отходов	нет	1	0,2	0,2
	Всего:				20,56

2.6 Охрана труда

Каждое предприятие вынуждено вести большую работу по обеспечению своей безопасности. Возможные угрозы исходят из самых разных сфер, поэтому в понятие комплексной защиты непременно должны входить решения, обеспечивающие безопасность физическую, противопожарную, внутреннюю, экономическую, финансовую, технологическую, правовую и др. Независимая работа по каждому отдельному направлению сегодня признаётся неэффективной. Это объясняется высоким уровнем современных систем безопасности и их возможностью интегрироваться и объединяться.

На защиту предприятия специалисты предлагают выставить самые современные технологии, которые будут реализованы в виде комплексной системы безопасности, включающей:

- системы контроля и управления доступом (СКУД),

- видеонаблюдение,
- охранную и пожарную сигнализации,
- системы оповещения,
- охрану периметра.

При использовании самых передовых и масштабных комплексов предприятие может получить полноценную систему управления всеми имеющимися инженерными коммуникациями, что позволит автоматизировать контроль и добиться максимально высокого уровня безопасности на объекте.

Современный охранный комплекс представляет собой совокупность ряда систем и отдельных технических средств охраны, объединенных единым программным комплексом. Общая информационная среда, общая база данных, единый пульт контроля и управления работой системы – всё это в перспективе заметно снижает издержки на содержание большого штата сотрудников специальных служб, контролирующей безопасность отдельно по каждому направлению.

Набор необходимых средств защиты и элементов комплекса заказчик вправе выбирать самостоятельно. Сегодняшние возможности несколько не ограничивают проектировщиков таких систем в функциональности и масштабности комплексов, поэтому уровень защиты предприятия может быть сколь угодно высоким.

Первая ступень этого вида контроля осуществляется благодаря соответствующей деятельности непосредственного руководителя сотрудников в функциональном подразделении. В это же время за осуществление второй ступени отвечает начальник функционального подразделения. Третья ступень контроля по охране труда находится в сфере деятельности специальных комиссий.

Руководство трёхступенчатым контролем по охране труда на предприятии находится в руках руководителя предприятия, а также органов охраны труда.

Как отмечалось ранее, за первой ступенью контроля по охране труда должен следить непосредственный начальник определённого числа сотрудников в функциональном отделении. При этом он отвечает за контроль деятельности только тех лиц, которые находятся у него в подчинении. На этом этапе проверяется достаточно большое количество моментов:

Являются ли проезды, проходы и переходы достаточно свободными;

Определение в полной ли мере были выполнены те требования и рекомендации, которые были даны в результате предыдущего контроля;

Контроль за наличием, а также расположением инструментов, материалов, а также аппаратуры;

Определение того, насколько безопасно то оборудование, которое используются на предприятии;

Проверка исправности вентиляции. Кроме этого желательно проверить достигает ли уровень вентиляции необходимо в соответствии с нормами показателя;

Контроль за соблюдением сотрудниками правил электробезопасности;

Наличие на предприятии инструкций по охране труда последнего образца, а также соблюдение находящихся в них предписаний;

Соблюдение правил противопожарной безопасности. В частности знание персоналом правил работы с пожароопасными материалами, аппаратурой и инструментами;

Контроль за работой сотрудников с вредными и взрывоопасными веществами;

Наличие необходимого количества средств индивидуальной защиты, их исправность, а также умение персонала им пользоваться;

Контроль за наличием у сотрудников предприятий необходимых документов (удостоверений) по охране труда, выдачей нарядов для тех работников, которые отправляются на выполнение действий, сопровождающихся дополнительными опасностями.

В соответствии с проведённой проверкой оформляется журнал, где указывается сам факт проверки и её результаты. Данный документ должен храниться у руководителя предприятия или же начальника одного из функциональных подразделений.

Вторая ступень контроля осуществляется под руководством начальника структурного подразделения. Контроль должен проводиться еженедельно в соответствии с графиком, который утверждается начальником структурного подразделения вместе со специалистами по охране труда. В процессе такого контроля проверяются следующие моменты:

Непосредственно выполнение мероприятий, прописанных в первой и второй ступенях контроля;

Исправность той аппаратуры, которая используется сотрудниками в процессе их профессиональной деятельности на предприятии. Также оборудование должно полностью соответствовать нормативной документации;

Выполнение всех правил, касающихся сроков ремонта оборудования предприятия, а также вентиляции установок;

Соблюдение сотрудниками всех правил пожарной безопасности и электробезопасности;

Выполнение всех тех предписаний, которые указаны в распорядительной документации по охране труда;

Наличие в полном объёме средств используемых для индивидуальной и групповой защиты сотрудников, а также тех средств, которые применяются для предотвращения чрезвычайных ситуаций, а также подавления последствий разного рода аварий. Помимо этого в процессе проведения второй ступени контроля следует проверять исправность всех этих защитных средств;

Наличие на предприятии всех необходимых плакатов и стендов по охране труда, а также их состояние. Помимо этого в обязательном порядке на

нужных местах должны иметься специальные цветные наклейки, а также стикеры со знаками безопасности;

Контроль за работой сотрудников с пожаровзрывоопасными и вредными материалами и веществами;

Правильность использования сотрудниками средств индивидуальной защиты, а также спецодежды;

Своевременность проведение инструктажей по безопасности труда с каждым из работников предприятия, обязанным его пройти;

Состояние санитарно-бытового оборудования и помещений;

Полноценность обеспечения сотрудников лечебно-профилактическим питанием, молоком, а также прочими средствами, применяемыми для профилактики возникновения профессиональных заболеваний;

Правильность следования рациональному режиму труда и отдыха.

Данные, полученные во время проведения второй ступени контроля необходимо заносить в соответствующий журнал.

Третья ступень должна проводиться 1 раз каждый месяц. Ответственность за неё несёт комиссия по охране труда. В процессе данной проверки необходимо установить следующее:

Полноту выполнения мероприятий в соответствии с первой и второй ступенями контроля;

Точность и полноту выполнения всех мероприятий по улучшению условий труда на предприятии. Реализация всех пунктов коллективных договоров, а также документов, регламентирующих охрану труда;

Точность исполнения всех предписаний, которые внесены в распорядительную документацию по охране труда;

Техническое состояние каждого функционального подразделения, входящего в состав предприятия;

Выполнение предписаний, установленных после произошедших ранее групповых и тяжёлых несчастных случаев;

Степень эффективности функционирования вентиляционных установок на предприятии;

Соответствие каждой единицы оборудования всем техническим параметрам, регламентируемым нормативной документацией по охране труда;

Наличие на предприятии количества средств индивидуальной защиты, достаточного обеспечить ими каждого сотрудника. Также проверяется правильность их ремонта, хранения, чистки, стирки и выдачи;

Полнота организации лечебно-профилактического обслуживания всех сотрудников предприятия;

Наличие достаточного количества санитарно-бытовых помещений, а также приспособлений;

Наличие и состояние стендов, касающихся охраны труда. Своевременность их замены, а также их состояние;

Состояние тех помещений, которые отведены для организации в них кабинетов охраны труда;

Полноту подготовленности каждого сотрудника предприятия к рациональным действиям, регламентируемым в нормативных документах, во время аварийных ситуаций;

Качественность и своевременность проведения с сотрудниками предприятия инструктажей и курсов обучения по безопасности труда;

Полноту соблюдения трудовой дисциплины. Следование рациональному режиму труда и отдыха работниками предприятия.

После проведения проверки комиссией составляется соответствующий акт. В том случае, если в процессе проведения проверки были выявлены какого-либо рода нарушения, то составляется предписание.

2.7 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда.

Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Обоснование выбора конструкции

Для расширения производственных возможностей ПТБ и в целях экономии времени на техническое обслуживание и текущий ремонт, в конструкторской части предлагается приспособление, которое позволит легко произвести установку двигателя на стенд.

В целях экономии времени на техническое обслуживание и текущий ремонт двигателей целесообразно использовать подъемник.

Приспособление для поднятия двигателя представляет собой составной гидравлическую систему состоящей из рабочего (основного) и нагнетательного (вспомогательного) цилиндров, обратного клапана и соединительных трубопроводов. Для создания давления в системе служит нагнетательный цилиндр с ножным приводом (педалью). Поднятие двигателя осуществляется с помощью рабочего цилиндра и системы рычагов с которыми он шарнирно соединен. В качестве гидравлической жидкости используется моторное масло М8Г. Для установки двигателя на стенд служат сменные установочные диски (на каждую марку двигателя).

Предусмотренный в конструкции червячный редуктор обеспечивает самоторможение установленного двигателя от проворачивания и не требует дополнительно фиксирующих устройств. При использовании для разборочно-сборочных работ ударных нагрузок устанавливаются под шкив

					ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ			
Изм.	Лист//	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Зубов			Установка для сборки и разборки двигателей <i>Пояснительная записка</i>	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Медведев					1	
Реценз.						Казанский ГАУ		
Н.Контр.		Медведев						
Утв.		Адигамов						

на коленчатом валу подпорки. При обслуживании стенда не реже одного раза в квартал проверяют уровень смазки в редукторе и доливают трансмиссионное масло ТАп-15 ТУ 38101176-74. подшипниковую опору смазывают через пресс-масленки солидолом синтетическим ГОСТ 4366-76.

3.2 Технологические и прочностные расчеты

3.2.1 Расчет вала

Проектирование вала начинают с определения диаметра выходного конца его из расчета на чистое кручение по пониженному допускаемому напряжению без учета влияния изгиба:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\pi \cdot r_k}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 12 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 15}} = 34,6 \text{ мм} \quad (3.1)$$

где r_k – допустимое напряжение на кручение;

T – крутящий момент вала.

Из определения крутящий момент находим по формуле:

$$T = G \cdot R; \quad (3.2)$$

где, G - сила, прикладываемая к валу;

Сила, действующая на вал равна произведению массы двигателя на ускорение свободного падения :

$$G = m \cdot g; \quad (3.3)$$

где, $m = 400$ кг;

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2.$$

$$G = 400 \cdot 9,8 = 3920 \text{ Н.}$$

R - плечо, равное радиусу вала, примем предварительно $R = 30 \text{ мм} = 0,03 \text{ м.}$

Подставив данные в формулу и получим:

					ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

$$M_{и} = 3920 \cdot 0,03 = 12 \text{ Н} \cdot \text{м} = 12000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

для валов из статей 40, 45, Ст. 6 принимают пониженное значение

$$(r_k) = 15 - 20 \text{ МПа.}$$

Полученный результат округляют для ближайшего значения из стандартного ряда, принимаем $d = 35 \text{ мм}$.

Выполняем уточненный проверочный расчет, заключающийся в определении коэффициентов запаса прочности в опасных сечениях:

$$S = \frac{s_\sigma \cdot s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} = \frac{51,1 \cdot 25,5}{\sqrt{51,5^2 + 25,5^2}} = 22,8 \quad (3.4)$$

где S_σ – коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям;

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\epsilon_\sigma} \cdot \beta \cdot \sigma_v + \psi_\sigma \cdot \sigma_m} = 248 / ((1,96/0,85) \cdot 0,95 \cdot 2 + 0) = 51,1 \quad (3.5)$$

где σ_{-1} – предел выносливости стали при симметричном цикле изгиба; для углеродистых конструкционных сталей $\sigma_{-1} = 0,43$; $\sigma_b = 0,43 \cdot 600 = 248 \text{ МПа}$;

σ_b принимают 600 МПа

ϵ_σ – масштабный фактор для нормальных напряжений 0,85

β – коэффициент, учитывающий влияние шероховатости поверхности,

$$\beta = 0,90 \div 0,97;$$

σ_v – амплитуда цикла нормальных напряжений, равная наибольшему напряжению изгиба $\sigma_{и}$ в рассматриваемом сечении, $\sigma_v = \sigma_{и} = 2 \text{ МПа}$;

σ_m – среднее напряжение цикла нормальных напряжений, т.к. осевая нагрузка F_a пренебрежимо мала, то $\sigma_m = 0$, следовательно $\psi_\sigma = 0$;

S_τ – коэффициент запаса прочности по касательным напряжениям.

					ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

$$s_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \cdot \beta \cdot \tau_v + \psi_{\tau} \cdot \tau_m} = 143,8 / ((1,3/0,85) \cdot 0,95 \cdot 3,5 + 0) = 25,5 \quad (3.6)$$

где τ_{-1} – предел выносливости стали при симметричном цикле кручения,

$$\tau_{-1} = 0,58, \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 248 = 143,8 \text{ МПа};$$

остальные обозначения в формуле имеют тот же смысл, что и в формуле для нормальных напряжений, с той разницей, что они относятся к напряжениям кручения;

$$\tau_v = T/W_k = 12 \cdot 10^3 / 5,5 \cdot 10^3 = 3,5 \text{ МПа} \quad (3.7)$$

где W_k – момент сопротивления кручению.

Расчетное значение S должно быть не ниже допускаемого $[S] = 2,5$.

$$S = 22,8 > [S] \text{ условие выполнено.}$$

Проверим вал по напряжениям на изгиб.

Из условия прочности вала:

$$\sigma_u = \frac{M_{И\max}}{W_X} \leq [\sigma_u]; \quad (3.8)$$

где $M_{И\max}$ - наибольший изгибающий момент;

$$M_{И\max} = M_{и} \cdot n; \quad (3.9)$$

где $M_{и}$ - изгибающий момент;

n - коэффициент запаса, $n = 1,5$ [4];

Из определения изгибающий момент находим по формуле:

$$M_{и} = G \cdot L; \quad (3.10)$$

где G - сила, прикладываемая к валу;

					ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Сила, действующая на вал равна произведению массы двигателя на ускорение свободного падения :

$$G=m \cdot g; \quad (3.11)$$

где , $m = 400$ кг;

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2.$$

$$G = 400 \cdot 9,8 = 3920 \text{ Н.}$$

L - плечо, равное длине вала , $L = 0,12$ м.

Подставив данные в формулу и получим:

$$M_{и} = 3920 \cdot 0,12 = 117,6 \text{ Н} \cdot \text{м} = 117600 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Подставив данные в формулу получим наибольший изгибающий момент:

$$M_{и\max} = 117600 \cdot 1,5 = 176400 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

W_x - момент сопротивления вала:

$$W_x = \frac{p \cdot d^3}{32} \quad (3.12)$$

где , $d = 35$ мм – диаметр вала;

Подставив данные в формулу получим момент сопротивления:

$$W_x = \frac{p \cdot d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 35^3}{32} = 4207,1 \text{ мм}^3$$

Подставив данные в формулу получим напряжение при изгибе:

$$\sigma_u = \frac{176400}{4207,1} = 42 \text{ МПа}$$

$[\sigma_u]$ - допускаемое напряжение при изгибе;

Допускаемое напряжение при изгибе находим по формуле:

$$[\sigma_u] = \frac{[\sigma]}{n}; \quad (3.13)$$

где , σ - предельное (опасное) напряжение, т.к. вал выполнен из металла

Сталь 45 ($\sigma_T = 360$ МПа, $\sigma_B = 610$ МПа) и испытывает деформацию –

					ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

изгиб, то предельное напряжение будет равно:

$$[\sigma] = 1,2 \cdot \sigma_T \quad (3.14)$$

где, σ_T - предел текучести материала из которого выполнена балка, $\sigma_T = 360$ МПа;

$$[\sigma] = 1,2 \times 360 = 432 \text{ МПа};$$

n - коэффициент запаса, n = 1,5;

Подставив данные в формулу (3.6) получим допускаемое напряжение при изгибе:

$$[\sigma_u] = \frac{432}{1,5} = 288 \text{ МПа};$$

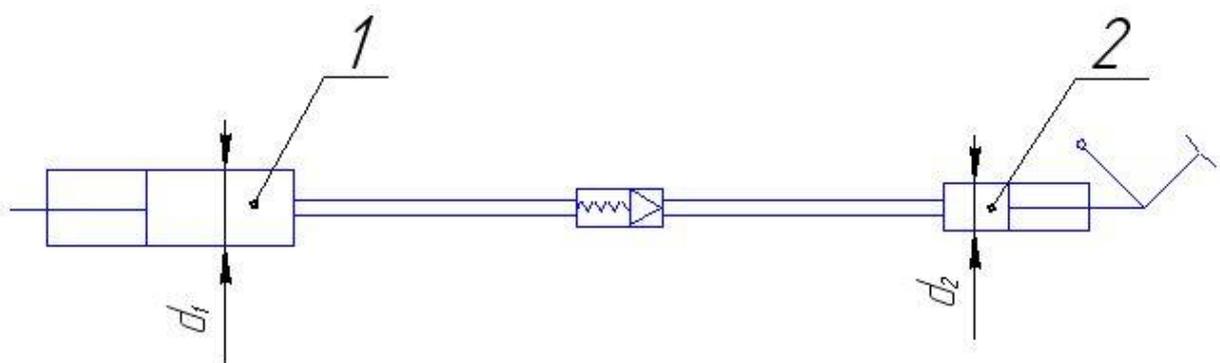
Допускаемое напряжение удовлетворяет условию и даже имеет небольшой запас:

$$\sigma_u = \frac{M_{\text{Имакс}}}{W_x} \leq [\sigma_u]; \quad (3.15)$$

$$42 \text{ МПа} < 288 \text{ МПа}$$

Следовательно, вал выдержит массу двигателя и будет обладать достаточным ресурсом работы.

3.2.2 Расчет гидросистемы



1 - основной гидроцилиндр, 2 – вспомогательный гидроцилиндр

Рисунок 3.1 Схема для расчета гидросистемы

						Лист
						6
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ	

В расчете необходимо проверить способность основного гидроцилиндра выдержать вес двигателя при принятых диаметрах основного гидроцилиндра $d_1 = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м}$ и вспомогательного цилиндра $d_2 = 12 \text{ см} = 0,12 \text{ м}$

Вес двигателя:

$$P_{\text{дв}} = m g \quad (3.16)$$

где m – масса двигателя, кг;

$$m = 200 \text{ кг};$$

g – ускорение свободного падения, м/с^2 ;

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$P_{\text{дв}} = 200 \cdot 9,8 = 1960 \text{ Н}$$

Усилие действующее на поршень сверху:

$$F_{\text{п}}^{\text{в}} \quad (3.17)$$

где $n = 1,3$ – коэффициент запаса;

$L_1 = 0,72 \text{ м}$ – длина рычага (теоретическая);

$L_2 = 0,15 \text{ м}$ – плечо рычага.

$$F_{\text{п}}^{\text{в}} \square \frac{1960 \cdot 0,72 \cdot 1,3}{0,15} \square$$

Давление оказываемое маслом на поршень вспомогательного гидроцилиндра:

(3.18)

где F_2 – усилие, действующее на поршень вспомогательного гидроцилиндра, создаваемое посредством нажатия человеком на педаль при помощи рычага с плечом равным $0,13 \text{ м}$:

					ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

$$l_1 \quad (3.19)$$

где $F_H = 400 \text{ Н}$ – сила с которой человек ногой давит на педаль;

$l_1 = 0,24 \text{ м}$ – длина педали (теоретическая);

$l_2 = 0,08$ – плечо рычага педали.

$$F_2 = \frac{400 \cdot 0,24}{0,08}$$

S_2 – площадь поперечного сечения поршня вспомогательного гидроцилиндра ;

$$S_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,12^2}{4} = 0,0113$$

Подставляем найденные значения в формулу (3.18) и находим:

$$p_2 = \frac{1200}{0,0113} = 106194,69 \quad (3.20)$$

По закону Паскаля :

$$p_1 = p_2 = 106194,69 \text{ Па}$$

где p_1 - давление оказываемое маслом на поршень основного гидроцилиндра.

Условие, которое должно соблюдаться, чтобы поднять поршень основного цилиндра вместе с двигателем:

$$F_1^B < F_1^H$$

где F_1^H - усилие, которое действует на поршень снизу;

Необходимо найти F_1^H и проверить соблюдается ли условие

$$\text{Так как:} \quad (3.21)$$

где S_1 – площадь поперечного сечения поршня основного гидроцилиндра ;

					ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

$$S_1 \approx \frac{\pi d_1^2}{4} \approx \frac{3,14 \cdot 0,4^2}{4} \approx 0,1256$$

Отсюда:

$$F_1^H = p_1 \cdot S_1 = 106194,69 \cdot 0,1256 = 13338,053 \text{ Н}$$

Условие выполняется:

$$12230,4 \text{ Н} < 13338,053 \text{ Н}$$

Максимальная нагрузка на которую рассчитано подъемное устройство $P_{\max} = 13000 \text{ Н}$.

3.2.3 Расчет шпоночного соединения

Диаметр вала $d = 35 \text{ мм}$. Площадка (сталь 35) передает вращающий момент $T = 12 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{м}$, материал шпонки – сталь 45, материал вала – сталь 45. Длина ступицы $l_l = 90 \text{ мм}$. Подберем шпонку и проверим втулку площадки на смятие.

Подбор призматической шпонки по ГОСТ 23360-78:

- ширина шпонки: $b = 18 \text{ мм}$;
- высота шпонки: $h = 11 \text{ мм}$;
- справочный размер для расчета на смятие: $K = 4,8$;
- рабочая длина шпонки: $l_p = 50 \text{ мм}$,

тогда размер шпонки: 18x11x50.

Проверка втулки площадки на смятие:

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot K} \leq [\sigma_{см}]; \quad (3.22)$$

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 12 \cdot 10^3}{35 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot 4,8} = 1,67 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{см} = 1,67 \text{ МПа} \leq [\sigma_{см}] = 3,1 \dots 4,2 \text{ МПа}, \text{ условие выполняется.}$$

					ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

3.2.4. Расчет пружины

Расчет пружины производим из условия, что пружины должны удерживать вес площадки и вес человека при нажатии на педаль. Расчет производим по ГОСТ 13768-86.

Усилие пружины при предварительной деформации:

$$F1 = Q_{п} + Q_{ч}/4 = 600+1000/4=850 \text{ Н.} \quad (3.23)$$

где $Q_{п}$ - вес площадки, Н.

$Q_{ч}$, - вес человека, Н,

Принимаем усилие пружины при рабочей деформации:

$$F2= 1000 \text{ Н.}$$

Рабочий ход пружины $h = 6 \text{ мм}$

Жесткость пружины.

$$C = (F1 - F2)/h =(1000-850)/6= 25 \text{ Н/мм.} \quad (3.24)$$

По ГОСТ 13768-86 выбираем пружины по максимальному усилию с учетом запаса и регулировки:

Пружина №148 ГОСТ 13768-86.

$F_3 = 1500 \text{ Н}$, - усилие пружины при максимальной деформации.

$d = 7 \text{ мм}$, - диаметр проволоки.

$D1 = 48 \text{ мм}$, - наружный диаметр пружины.

$C1 = 340,9 \text{ Н/мм}$, - жесткость одного витка.

$S_{1в} = 4.4 \text{ мм}$. - наибольший прогиб одного витка.

Число рабочих витков:

$$n = C1 / C = 340,9/25=13.5 \text{ витков.} \quad (3.25)$$

Принимаем число нерабочих витков 1,5, тогда полное число витков:

$$n1 = n+n' = 13.5+1,5=15 \text{ витков.}$$

Деформация пружины:

					ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

$$S_1 = F_1/C = 850/25 = 34 \text{ мм} \quad (3.26)$$

$$S_2 = F_2/C = 1000/25 = 40 \text{ мм} \quad (3.27)$$

$$S_3 = F_3/C = 1500/25 = 60 \text{ мм.} \quad (3.28)$$

Длина пружины в сжатом состоянии:

$$l_3 = (n_1 + 1 - n') \cdot d = (15 + 1 - 1,5) \cdot 7 = 101,5 \text{ мм.} \quad (3.29)$$

где n' - число не работающих витков.

Длина пружины в свободном состоянии:

$$l_0 = l_3 + S_3 = 101,5 + 60 = 161,5 \text{ мм.} \quad (3.30)$$

Длина пружины при F_1 и F_2 :

$$l_1 = l_0 - S_1 = 161,5 - 34 = 127,5 \text{ мм.} \quad (3.31)$$

$$l_2 = l_0 + S_2 = 161,5 - 40 = 121,5 \text{ мм.} \quad (3.32)$$

Шаг пружины:

$$t = d + S_{1B} = 7 + 4,4 = 11,4 \text{ мм.} \quad (3.33)$$

					ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

3.3 Экономическое обоснование разрабатываемого устройства

3.3.1 Расчёт массы и стоимости устройства

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_r) \cdot K \quad (3.35)$$

где G_k – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_r – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K=1,05\dots 1,15$).

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 3.1.

$$G = (205+80) \cdot 1,1 = 313,5 \text{ кг.}$$

Принимаем массу конструкции проектируемой установки $G = 315$ кг.

$$C_{\delta} = (G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_M) + C_{ПД}) \cdot K_{НАЧ}, \quad (3.36)$$

где G_k – масса конструкции без покупных деталей и узлов;

C_3 – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб, ($C_3 = 0,02\dots 0,15$), [2] ;

E – коэффициент изменения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска, руб;

C_M – затраты на материалы приходящиеся на 1 кг массы машины, $C_M=50$ руб/кг;

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

$K_{НАЧ}$ – коэффициент учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости, $K_{НАЧ} = 1,1\dots 1,4$, [2].

$$C_B = (205 \cdot (0,11 \cdot 1,2 + 50) + 15200) \cdot 1,13 = 28790 \text{ руб.}$$

					ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

3.3.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности разрабатываемого устройства и их сравнение

Часовая производительность конструкции определяется по формуле:

$$W_{ч} = 60 \frac{t}{T_{ц}} \quad (3.37)$$

где t – коэффициент использования рабочего времени смены (0,6...0,9)

$T_{ц}$ – время одного рабочего цикла, мин

$$W_{+1} = 60 * (0.8/24) = 2 \text{ ед/час}$$

$$W_{+0} = 60 * (0.8/32) = 1,5 \text{ ед/час}$$

В таблице 3.1 представлены технико-экономические показатели разрабатываемой и существующей установки.

Таблица 3.1 – Техничко-экономические показатели конструкций

Наименование	Варианты	
	Исходный	Проектируемый
Масса конструкции, кг	330	315
Балансовая стоимость конструкции, руб.	32000	28790
Потребная мощность, кВт	0	0
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Средняя тарифная ставка, руб/чел.ч.	150	150
Норма амортизации, %	10	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	10	10
Годовая загрузка конструкции, ч	300	300
Срок службы, лет	10	10
Часовая производительность, шт/час	1,5	2

При расчетах показатели базового (существующего) варианта

обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ	Лист
						13

Энергоемкость процесса определяют из выражения:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_{\text{ч}}} \quad (3.38)$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

$W_{\text{ч}}$ – часовая производительность конструкции; ед./ч.

Подставив значения в формулу (3.18) получим:

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{0}{2} = 0 \quad \text{кВт} \cdot \text{ч/ед}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{0}{1,5} = 0 \quad \text{кВт} \cdot \text{ч/ед}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}} \quad (3.39)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы конструкции, лет.

$$M_{e0} = \frac{315}{2 \cdot 300 \cdot 10} = 0,0525 \quad \text{кг/ед.}$$

$$M_{e1} = \frac{330}{1,5 \cdot 300 \cdot 10} = 0,0733 \quad \text{кг/ед.}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

					ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

$$F_e = \frac{C_6}{W_u \cdot T_{200} \cdot T_{cl}} \quad (3.40)$$

где C_6 – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{28790}{2 \cdot 300} = 47,98 \text{ руб/ед.}$$

$$F_{e1} = \frac{32000}{1,5 \cdot 300} = 71,11 \text{ руб/ед.}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_u} \quad (3.41)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ чел ч/ед}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{1,5} = 0,67 \text{ чел ч/ед}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{зп} + C_3 + C_{рто} + A \quad (3.42)$$

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

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

										Лист
										15
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	С ₃ – затраты на электроэнергию, руб/ед ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ					

A – амортизационные отчисления, руб/ед.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{zn} = Z \cdot T_e \quad (3.43)$$

где Z - часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{zn0} = 150 \cdot 0,5 = 75 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{zn1} = 150 \cdot 0,67 = 100 \text{ руб./ед}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_э = Ц_э \cdot Э_e \quad (3.44)$$

где $Ц_э$ - комплексная цена за электроэнергию, руб/кВт, $Ц_э = 2,88$.

$$C_{э0} = 2,88 \cdot 0 = 0 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{э0} = 2,88 \cdot 0 = 0 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{рто} = \frac{C_б \cdot N_{рто}}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}} \quad (3.45)$$

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

Полученные значения подставим в формулу 3.25:

$$C_{рто0} = \frac{28790 \cdot 10}{100 \cdot 2 \cdot 300} = 4,8 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{рто1} = \frac{32000 \cdot 10}{100 \cdot 1,5 \cdot 300} = 7,11 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

									Лист
									16
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	$A = \frac{ВКР_{23.03.03.236.18\ 00.00.00\ ПЗ}}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}}$				

(3.46)

где a - норма амортизации, %.

$$A_0 = \frac{28790 \cdot 10}{100 \cdot 2 \cdot 300} = 4,8 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{32000 \cdot 10}{100 \cdot 1,5 \cdot 300} = 7,11 \text{ руб./ед.}$$

Полученные значения подставим в формулу 6.41:

$$S_0 = 75 + 0 + 4,8 + 4,8 = 84,6 \text{ руб./ед.}$$

$$S_1 = 100 + 0 + 7,11 + 7,11 = 114,23 \text{ руб./ед.}$$

Приведённые затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k \quad (3.47)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,1$);

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 84,6 + 0,14 \cdot 47,98 = 91,8 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 114,23 + 0,14 \cdot 71,11 = 124,9 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

									Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ				17

(3.48)

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (114,23 - 84,6) \cdot 2 \cdot 300 = 17778 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_n \cdot \Delta K \quad (3.49)$$

$$E_{\text{год}} = 17778 - 0,15 \cdot 3210 = 17296 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.50)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{28790}{17778} = 1,6 \text{ лет}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} \quad (3.51)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{17778}{28790} = 0,6$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

					ВКР 23.03.03.236.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед/ч	1,5	2
2	Фондоёмкость процесса, руб./ед	71,11	47,98
3	Энергоёмкость процесса, кВт./ед.	0	0
4	Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0,0733	0,0525
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/ед.	0,67	0,5
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	114,23	84,6
7	Уровень приведённых затрат, руб./ед.	124,9	91,8
8	Годовая экономия, руб./ед.	17778	
9	Годовой экономический эффект, руб.	17296	
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	1,6	
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,6	

Как видно из таблицы 3.2 спроектированная установка является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: 1,6 года, и коэффициент эффективности равен: 0,6.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных проектных работ был спроектирован стенд для разборки и сборки двигателей.

Экономический анализ показал, что внедрение установки позволит получить годовой экономический эффект 17296 руб., при сроке окупаемости дополнительных капитальных вложений 1,6 лет.

Также в материалах ВКР были предложены рекомендации по организации технического обслуживания, направленные на повышение безопасности жизнедеятельности и снижения вредных выбросов в окружающую среду.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. / В.И. Анурьев 5-е изд. перераб. и доп. М: Машиностроение 1979г. в 3-х томах.
2. Булгариев Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. /Г.Г.Булгариев, Р.К.Абдрахманов, А.Р.Валиев// - Казань, 2009. – 64 с.
3. Булгариев Г.Г. Методические указания по анализу хозяйственной деятельности предприятий в дипломных проектах. /Г.Г.Булгариев, Р.К.Абдрахманов, М.Н. Калимуллин// - Казань, 2011.
4. Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности. Атлас конструкций. Учебное пособие для технических вузов. /А.А. Вайнсон Изд. 2-е, перераб. И доп. -М., "Машиностроение", 1976-150 с
5. Воронцов А.И. Охрана природы / А.И. Воронцов-М: Высшая школа, 1977 - 408с.
6. Гуревич А.М. Справочник сельского автомеханика / А.М. Гуревич, Н.В. Зайцев - 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Росагропромиздат, 1990.-224 с.
7. Гуревич Д.Ф. Трубопроводная арматура: Справочное пособие. / Д.Ф. Гуревич 2-е изд., перераб. И доп. Л: Машиностроение, 1981.
8. Дипломное проектирование: Учебно - методическое пособие специальности "технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе". Под редакцией К.А. Хафизова. Казань - 2004. -316с.
9. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка./ С.А. Иофинов, Г.П. Лышко. 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Колос, 1984. - 351 с.
10. Методика анализа хозяйственной деятельности предприятий АПК в дипломных проектах по специальности "Механизация сельского хозяйства", КСХИ-Казань 1988г.
11. Матвеев В. А. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве / В. А.Матвеев, И. И.Пустовалов. - М.: Колос, 1979г. - 248 с.
12. Канарев Ф. М. Охрана труда./ Ф. М. Канарев, В. В. Бугаевский, М. А.

- Пережогин и др. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1988. - 351 с.
13. Охрана труда в сельском хозяйстве М.Колос, 1983 - 541 с.
14. Поляков В.С. Справочник по муфтам./ В.С.Поляков, И.Д. Барбаш, О.А. Ряховский,- 2-е изд., испр. и доп. - Л.: Машиностроение, 1979.-344с.
15. Проектирование механических передач: Учебно-справочное пособие для вузов. / С. А. Чернавский, Г. А. Снесарев, Б. С. Козинцов и др. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1984. - 560 с.
16. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка/С.А. Иофинов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев; Под общ. ред. С.А. Иофинова. - М., Агропромиздат. 1985.-272 с.
17. Степин П.А. Сопротивление материалов / П.А.Степин ~ 8-е изд. ~ М.: Вйсш.шк., 1988.-367 с.
18. Федоренко В. А. Справочник по машиностроительному черчению. /В. А. Федоренко, А. И. Шошин- 14-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние. 1983. - 416 с.

СПЕЦИФИКАЦИИ