

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет  
Институт механизации и технического сервиса

Направление 230303 – 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 зоны технического обслуживания легковых  
автомобилей с разработкой установки по замене масла.

Шифр

ВКР 23.03.03.323.18

Студент

подпись

Вильданов Р.Н.

Ф.И.О.

Руководитель

доцент

ученое звание

подпись

Матяшин А.В.

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите  
(протокол № 19 от 13.04. 2018 г.)

/Зав. кафедрой

профессор

ученое звание

подпись

Адигамов Н.Р.

Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

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

Направление 230303 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /Адигамов Н.Р./

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выпускную квалификационную работу**

Студентку Вильданову Р.Н.

Тема ВКР Проектирование зоны технического обслуживания легковых автомобилей с разработкой установки по замене масла.

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

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР 14 июня 2018 г.

2

3. Исходные данные Научно-техническая литература

Материалы прохождения преддипломной практики

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. состояние вопроса по теме выпускной квалификационной работы

2. технологические расчёты

3. конструктивная разработка

4. мероприятия по охране труда и охране окружающей среды

5. экономические расчёты

5. Перечень графических материалов
  1. сборочные и рабочие чертежи разработки
  2. экономические показатели
  3. операционно-технологическая карта
  4. план зоны технического обслуживания
  5. обзор конструкций

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	Доцент Гаязиев И.Н.
Экономические вопросы	Доцент Сафиуллин И.Н.

7. Дата выдачи задания 25 апреля 2018 г.

**календарный план**

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ состояния вопроса	23 апреля 2018- 1 мая 2018	В срок
2	Технологические расчёты	1 мая 2018- 10 мая 2018	В срок
3	Конструктивные расчёты	10 мая 2018- 20 мая 2018	В срок
4	Экономические расчёты	20 мая 2018- 30 мая 2018	В срок
5	Оформление работы	30 мая 2018- 14 июня 2018	В срок

Студент \_\_\_\_\_ (Вильданов Р.Н.)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ (Матяшин А.В.)

## АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Вильданова Р.Н. на тему «Проектирование зоны технического обслуживания легковых автомобилей с разработкой установки по замене масла».

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

Записка состоит из введения, четырёх разделов, выводов и включает \_\_\_\_ рисунков, \_\_\_\_ таблицы. Список используемой литературы содержит \_\_\_\_ наименований.

В первом разделе представлены методика проведения технического обслуживания автомобилей и обзор технических средств, применяемых для обслуживания автомобилей.

Во втором разделе выполнен расчет трудоемкости процесса, разработаны мероприятия по улучшению окружающей среды.

В третьем разделе разработана конструкция агрегата по замене масла в двигателе, составлена инструкция по безопасной эксплуатации устройства, приведены расчеты по экономическому обоснованию конструкции.

Записка завершается выводами и предложениями для производства

## ABSTRACT

For final qualifying work Vildanov R. N. on the topic of "designing the area of technical maintenance of passenger cars with the development of installation for replacement of oil".

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

The note consists of an introduction, four sections, conclusions and includes \_\_\_\_ figures, \_\_\_\_ tables. The list of references contains \_\_\_\_ names.

The first section presents the technique of car maintenance and an overview of the technical means used for car maintenance.

In the second section, the calculation of the complexity of the process, developed measures to improve the environment.

In the third section, the design of the unit to replace the oil in the engine is developed, the instruction for the safe operation of the device is compiled, the calculations for the economic justification of the design are given.

The note concludes with conclusions and proposals for production

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.....	
1.1. Технологический процесс проведения ТО-1,2, ЕО и сезонного обслуживания автомобилей.....	
1.2. Техническое обслуживание ходовой части автомобиля.....	
1.3 Патентный обзор.....	
1.4 Обзор существующих конструкций.....	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1. Технологический расчет технических обслуживаний автотранспорта.....	
2.2. Расчет коэффициентов технической готовности.....	
2.3. Расчет годового пробега по нормам автомобилей.....	
2.4. Определение количества видов обслуживания за год.....	
2.5. Расчет суточной программы.....	
2.6. Проектирование мероприятий по охране окружающей среды.....	
2.7 Инструкция по безопасности труда оператора при эксплуатации установки для промывки системы смазки.....	
2.8 Производственная гимнастика на рабочем месте.....	
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА.....	
3.1 Обоснование конструкции.....	
3.2 Назначение конструкции.....	
3.3 Устройство и принцип действия конструкции.....	
3.4 Конструктивные расчёты.....	
3.4.1 Расчёт гидросети .....	
3.4.2 Расчёт шпоночного соединения.....	
3.4.3 Расчёт ТЭНа.....	
3.6 Экономическое обоснование конструкции.....	
3.6.1 Расчёт массы и стоимости конструкции.....	
3.6.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение.....	

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	

## ВВЕДЕНИЕ

Народное хозяйство нашей страны оснащено сложной современной техникой, восстановление технического ресурса, которой осуществляется на предприятиях технического сервиса, в частности, в дилерских центрах, на ремонтных заводах и др.

Большое значение для предприятий имеет решение задачи обеспечения работоспособности подвижного состава, направленной на своевременность и качество выполнения технологических процессов по обеспечении транспортного процесса, а также решений связанных со снижением ее себестоимости, повышением эффективности производства, стимулированием труда работников в зависимости от конечных результатов хозяйственной деятельности предприятия.

Поэтому в современных условиях рыночных отношений любое организационное, технологическое и инженерно – техническое мероприятие, любой проект, в том числе и выпускная квалификационная работа должны тщательно обосновываться с экономической точки зрения для получения максимальной эффективности конечных результатов при оптимальном объеме затрат или минимуме затрат при заданной величине положительных результатов.



## 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1. Технологический процесс проведения ТО-1,2, ЕО и сезонного обслуживания автомобилей.

Ежедневное обслуживание.

Контрольные работы

1. Осмотреть автомобиль и выявить наружные повреждения. Проверить его комплектность, состояние кабины, платформы, исправность механизма дверей, запоров бортов платформы, состояние рамы, буксирного устройства, рессор, колес шин, номерных знаков, стекол, зеркал заднего вида.

2. Проверить действие приборов освещения, сигнализации, звукового сигнала, контрольно – измерительных приборов, стеклоочистителя, устройства для обмыва ветрового стекла, вентилятора обогрева.

3. Проверить люфт рулевого колеса и состояние рулевого привода.

4. Проверить осмотром герметичность привода тормозов, отсутствия подтеканий в соединениях систем питания, смазки и охлаждения.

5. Проверить работу агрегатов, систем и механизмов автомобиля на ходу или на посту экспресс- диагностики, убедитесь в исправности рабочего и стояночного тормозов. Перед выездом убедитесь, что двигатель достаточно прогрет и плавно работает на холостом ходу. Нажать несколько раз на педаль управления топливной аппаратурой и убедиться в легкости перехода с малых оборотов на повышенные, в отсутствие перебоев, ненормальных шумов и стуков двигателе. Остановить двигатель и проверить на отсутствие подтеканий технических жидкостей.

Смазочные, очистительные и заправочные работы.

1. Проверить уровень масла в картере двигателя и при необходимости долить масло в двигатель.

2. При необходимости дозаправить автомобиль топливом.
3. Проверить уровень жидкости в системе охлаждения и при необходимости долить. При безгаражном хранении автомобилей с наступлением холодного времени по окончании работы слить воду.
4. Проверить наличие воды и при необходимости заправить водой бочок устройства для обмыва ветрового стекла.

Первое техническое обслуживание

Контрольно- диагностические, крепежные и регулировочные работы

Общий осмотр автомобиля.

1. Осмотреть автомобиль и проверить состояние кабины, кузова, стекол, зеркал заднего вида, оперения, номерных знаков, окраски, исправность механизма дверей, замка капота двигателя и буксирных устройств.

2. Проверить действие стеклоочистителя, устройства для обмыва ветрового стекла, действие системы вентиляции.

Двигатель, включая системы охлаждения и смазки.

1. Проверить осмотром герметичность системы смазки, охлаждения двигателя, системы отопления и пускового подогревателя, при необходимости устранить неисправности.

2. Проверить работу клапанного механизма и при необходимости отрегулировать зазоры между клапанами и коромыслами.

3. Проверить и при необходимости закрепить масляный картер к двигателю.

4. Проверить и при необходимости закрепить двигатель к кузову

5. Проверить и при необходимости закрепить выпускные трубопроводы и фланцы приемных труб глушителя.

6. В течении первых 3-ех ТО -1 проверять затяжку гаек шпилек головок блока цилиндров.

7. Проверить состояние и натяжение приводного ремня вентилятора, при необходимости отрегулировать натяжение.

Сцепление. Проверить и при необходимости отрегулировать свободный ход педали сцепления.

Коробка передач. Проверить и при необходимости закрепить КП.

Карданная передача. Проверить крепление фланцев карданных валов, затяжку гайки сальникового уплотнения шлицевого соединения и при необходимости закрепить.

Тормозная система.

1. Проверить состояние и герметичность трубопроводов и узлов тормозной системы, гибких шлангов и их соединений, при необходимости устранить утечку тормозной жидкости.

2. Проверить уровень тормозной жидкости в главном тормозном цилиндре и при необходимости долить жидкость до нормы.

3. Проверить величину свободного и рабочего хода педали тормозов и при необходимости отрегулировать. Проверить эффективность действия рабочего тормоза.

4. Проверить исправность привода и действие стояночного тормоза и при необходимости отрегулировать.

Проверить автомобиль после обслуживания.

Проверить после обслуживания работу агрегатов, узлов приборов автомобиля на ходу или на посту диагностики.

Второе техническое обслуживание

Контрольно-диагностические, крепежные и регулировочные работы.

Общий осмотр автомобиля.

1. Осмотреть автомобиль. Проверить состояние кабины, платформы, зеркал заднего вида, оперения номерных знаков, исправность механизмов дверей, капота двигателя, а также буксирных устройств.

2. Проверить действие контрольно-измерительных приборов, стеклоочистителя, устройства для обмыва, обогрева ( в зимнее время ) и обдува ветрового стекла.

Двигатель, включая системы охлаждения и смазки.

1. Проверить осмотром герметичность системы охлаждения двигателя, системы отопления и пускового подогревателя и при необходимости устранить неисправности.

2. Проверить крепление и состояние радиатора, исправность привода жалюзи, крепление и исправность пускового подогревателя.

3. Проверить крепление крышки распределительных шестерен, крепление водяного насоса, шкива вентилятора, осевое перемещение вала насоса, а также радиальный зазор в подшипниках; при необходимости закрепить и устранить неисправность.

4. Проверить осмотром герметичность системы смазки и при необходимости устранить неисправность.

5. Проверить состояние и натяжение приводного ремня вентилятора и при необходимости отрегулировать натяжение ремня.

6. Подтянуть гайки впускных и выпускных трубопроводов и приемных труб глушителя.

7. Закрепить масляный поддон картера двигателя.

8. проверить состояние подушек опор двигателя.

9. Подтянуть гайки шпилек головок блока цилиндров.

#### Сцепление

1. Проверить и при необходимости закрепить картер сцепления.

2. Проверить действие привода и свободный ход педали сцепления, при необходимости отрегулировать сцепление.

#### Коробка передач

1. Проверить осмотром состояние и герметичность коробки передач.

2. проверить и при необходимости закрепить коробку передач

#### Карданная передача

1. Закрепить фланцы карданных валов. Проверить люфт в шарнирах и шлицевом соединении карданной передачи и при необходимости устранить неисправности.

### Задний мост

1. Проверить осмотром состояние и герметичность заднего моста.
2. проверить и закрепить гайки шпилек полуосей.
3. Проверить и при необходимости закрепить редуктор к балке заднего моста и муфту подшипников ведущей шестерни.

### Тормозная система

1. Проверить герметичность главного тормозного цилиндра, трубопроводов и приборов тормозной системы, гибких шлангов и их соединений и при необходимости устранить подтекание жидкости.
2. Проверить и закрепить главный тормозной цилиндр, гидровакуумный усилитель.
3. проверить уровень тормозной жидкости в главном тормозном цилиндре и при необходимости долить жидкость до нормы.
4. Проверить исправность привода и действие стояночного тормоза и при необходимости произвести регулировку и крепление тормоза.
5. Снять тормозные барабаны. Проверить состояние тормозных барабанов, колодок, накладок, пружин.

При необходимости очистить и промыть накладки и тормозные барабаны. Установить на место тормозные барабаны проверить и при необходимости отрегулировать подшипники ступиц.

6. Проверить состояние и крепление щитов переднего и заднего тормозов.

### Ходовая часть

1. Проверить осмотром состояние узлов и деталей подвески, буксирного устройства. Проверить и при необходимости подтянуть гайки задних рессор.
2. Проверить и закрепить гайки колес, проверить состояние дисков, шин и давление воздуха в них и при необходимости довести давление до нормы.

### Электрооборудование

## Аккумуляторная батарея

1. Очистить аккумуляторную батарею от грязи, прочистить вентиляционные отверстия.
2. Проверить затяжку гаек, стяжек крепления рамки аккумуляторной батареи.
3. Проверить уровень электролита и степень заряженности по замеру плотности электролита.

Проверить надежность контакта наконечников проводов с клеммами и при необходимости смазать их вазелином ВТВ-1 или смазкой ПВК.

## Генератор, стартер и реле-регулятор.

1. Осмотреть и при необходимости очистить наружную поверхность стартера, генератора, реле – регулятора от пыли, грязи и масла.
2. проверить и при необходимости закрепить стартер, генератор реле – регулятор.
3. Проверить и при необходимости отрегулировать натяжение ремня привода генератора.
4. Проверить крепление на валу шкива генератора и при необходимости закрепить.

## Сезонное техническое обслуживание

Проводить два раза в год, при очередном ТО-2.

Весной, кроме работ, предусмотренных в ТО, дополнительно выполнить следующие работы:

1. Промыть систему охлаждения.
2. Слить отстой из топливного бака.
3. Снять и промыть фильтр отстойник , снять топливный насос, проверить работу на стенде, а после сборки – проверить в сборе.
4. Проверить работу реле регулятора и при необходимости отрегулировать
5. Проверить установку, крепление и действие фар, при необходимости отрегулировать направление светового потока фар.

6. Очистить от пыли и грязи поверхность клеммы ножного переключателя света.

7. Снять фильтрующий элемент воздушного фильтра гидровакуумного усилителя тормоза, промыть в керосине и, дав ему стечь, окунуть в чистое моторное масло и поставить на место.

8. Снять ступицы, промыть в керосине и осмотреть подшипники ступиц и их наружные кольца. Если на рабочей поверхности наружного кольца или на роликах обнаружен пятнистый износ или выкрошившиеся места, а также, если повреждены буртики внутреннего кольца или сепараторов, роликовый подшипник должен быть заменен. Осмотреть шейки кожухов полуосей и цапф поворотных кулаков в местах установки подшипников и убедиться в отсутствии их чрезмерного износа под кольцами подшипников. Осмотреть сальник ступиц колес. Перед установкой ступиц передних колес на место смазать подшипники и заложить свежую смазку. Отрегулировать затяжку подшипников.

9. Снять барабан стояночного тормоза, проверить состояние деталей, выполнять указания карты смазки.

Осенью дополнительно к весенним работам:

1. Промыть радиатор отопителя салона и пусковой подогреватель двигателя.

2. Снять генератор и проверить его состояние и исправность в соответствии с указанием раздела «Генератор».

3. Снять стартер и проверить его состояние и исправность в соответствии с указанием раздела «Стартер».

## 1.2. Техническое обслуживание ходовой части автомобиля.

В процессе эксплуатации автомобиля происходят значительные изменения технического состояния его ходовой части. Лонжероны и поперечины рамы подвергаются изгибу, появляются трещины и изломы,

ослабевают болтовые и заклепочные соединения, рессоры теряют упругость, происходит поломка их листов, амортизаторы из-за износа сопряженных деталей утрачивают способность гасить колебания подвески. , в подвеске автомобилей изнашиваются резьбовые пальцы и эксцентриковые втулки. В результате возникших дефектов изменяются углы установки управляемых колес, что ухудшает их стабилизацию, затрудняет управление, вызывает интенсивный износ шин и увеличивает расход топлива вследствие повышения сопротивления качению колес.

К числу неисправностей ходовой части относятся также повреждения колес и шин: разработка отверстий в диске под шпильки крепления колес к ступице, погнутость диска, помятости и разрывы закраины обода, неравномерный износ протектора и разрывы каркаса шин.

Диагностирование ходовой части заключается в систематической проверке зазоров соединениях, люфта подшипников ступиц колес, оценке состояния рессорной подвески и амортизаторов, болтовых и заклепочных соединений рамы, определении величин углов установки управляемых колес, осмотре дисков и проверке их крепления к ступицам, замере давления воздуха в шинах и балансировке колес.

. Зазор между обоймой подшипника и его гнездом в ступице, а также степень 'затяжки подшипника могут быть выявлены покачиванием колес в поперечной плоскости после устранения люфта в шкворневом' соединении.

Состояние рессор контролируют визуально, при этом необходимо проверять затяжку стремянок с помощью динамометрического ключа. Проверяется также крепление амортизаторов и отсутствие подтекания из них жидкости. Эффективность действия амортизаторов проверяют на динамическом стенде, имитирующем неровности дороги.

Диагностика технического состояния и обслуживания шин заключается в их внешнем осмотре, проверке внутреннего давления и доведении его до установленной нормы.



Для измерения давления воздуха в шинах применяют специальные манометры. Сжатый воздух для накачивания шин получают из стационарных или передвижных компрессорных установок, состоящих из компрессора с электроприводом, смонтированным вместе с резервуаром для сжатого воздуха (ресивером).

Применяемые для этих целей компрессоры имеют небольшую подачу: стационарные – от 0,6 до 1,0 м<sup>3</sup>/мин, передвижные 0,04÷0,15 м<sup>3</sup>/мин при рабочем давлении 800-1100 кПа.

Для раздачи воздуха из компрессорных установок используют воздухораздаточные колонки, автоматически обеспечивающие требуемое давление.

После устранения люфта в соединениях и подшипниках ступиц колес, проверки давления воздуха в шинах и крепления дисков колес контролируют углы установки управляемых колес и соотношение углов поворота колес или обратное схождение их на повороте.

Схождение колес сохраняется только в случае прямолинейного движения автомобиля. При повороте автомобиля управляемые колеса поворачиваются на различные углы и угол поворота внутреннего колеса всегда больше угла поворота наружного колеса.

Для оценки управляемости автомобиля важно знать соотношение углов поворота колес. Наибольшей величины угол расхождения достигает при больших значениях углов поворота колес, поэтому соотношение углов поворота чаще всего определяют при повороте одного из колес на угол, близкий к максимальному (20 или 25°),

При качении колеса с большим положительным развалом внешняя часть покрышки изнашивается интенсивнее и приобретает коническую форму, а при отрицательном развале изнашивается внутренняя ее часть. При качении колес с большим (а также с отрицательным) схождением в области контакта шины с дорогой возникает боковое проскальзывание, увеличивающее износ протектора. Аналогичное явление возникает при неправильной работе

рулевой трапеции, когда не соблюдается необходимое соотношение углов поворота внутреннего и внешнего колес, при этом износ кромки элементов рисунка протектора приобретает острые углы, различимые на ощупь («пилообразный» износ).

### 1.3 Патентный обзор

Известно зобретение используется для очистки и промывки гидросистем тракторов и комбайнов сельскохозяйственного назначения, строительно-дорожных и коммунальных машин. Стенд содержит двухпоточный гидронасос, подключенный к гидролиниям очистки и промывки. Входы этих гидролиний и выход гидролинии очистки подключены к гидробаку. Всасывающие участки обеих гидролиний снабжены входными трубками с заглушками, а нагнетательный участок гидролинии очистки снабжен последовательно установленными трехходовым краном для обеспечения возможности направления жидкости в нагнетательный участок гидролинии промывки, первой выходной трубкой с заглушкой, фильтром тонкой очистки и второй выходной трубкой с заглушкой. Нагнетательный участок гидролинии промывки снабжен последовательно установленными первым трехходовым краном для обеспечения возможности направления жидкости в нагнетательный участок гидролинии очистки, фильтром тонкой очистки, гидрозолотником для создания пульсирующего потока промывочной жидкости и смесительной камерой для смешивания пульсирующего потока промывочной жидкости с сжатым воздухом, а также установленным между фильтром и гидрозолотником вторым трехходовым краном для обеспечения возможности подачи промывочной жидкости из фильтра непосредственно к объекту промывки. Стенд снабжен также резервуаром сжатого воздуха, подключаемым к выходу нагнетательного участка гидролинии промывки, и приемником сжатого воздуха, подключаемым ко входу смесительной камеры

или входу резервуара сжатого воздуха. Такое выполнение уменьшает трудоемкость, расширяет возможность стенда, повышает степень очистки и промывки.

Изобретение относится к моечной технике и может быть использовано для очистки и промывки гидросистем тракторов и комбайнов сельскохозяйственного назначения, строительно-дорожных и коммунальных машин.

Известны установки для промывки системы смазки двигателей ОМ-2871А «Каталог оборудования и оснастки пункта технического обслуживания машинно-тракторного парка», М., «Отдел НТИ», ГОСНИТИ, 1972 г.; а также стенды для очистки гидросистем СОГ-903А, СОГ-904А, ТУ 1.9.4.0237-79 Саратовского электроагрегатного ПО (СЭПО).

Указанные установки и стенды морально устарели и в основном использовались для промывки смазочной системы двигателей, которые уже не выпускаются, а для вновь разработанных двигателей с новой системой смазки они не пригодны. Изменились и требования к качеству очистки и промывки масляных систем двигателей, которым указанные устройства и стенды не соответствуют.

В качестве наиболее близкого аналога заявленного изобретения принят стенд очистки гидросистемы СОГ-904А, состоящий из корпуса, двух баков, гидроцентрифуги-насоса типа ГЦН, кранов для отбора масла, всасывания и нагнетания его в гидросистему, приемного штуцера для приема масла в бак, маслоохладителя для охлаждения масла, установленного внутри бака, всасывающего и напорного шлангов, которые соединяются с входным и выходными отверстиями центрифуги-насоса.

Известный стенд также не отвечает современным требованиям к очистке и промывке гидросистем навесного гидрооборудования, рулевого управления с гидроусилителем поворота управляемых колес, гидросистем дизельных двигателей большегрузных машин, гидросистем механических коробок передач с гидравлическим управлением. Известным стендом

невозможно очистить полностью полости сборочных единиц от остатков промывочной жидкости, количество которой составляет от 20 до 30 литров. Невозможно также учесть количество заправляемого масла в гидробак гидросистемы машины.

Задача настоящего изобретения заключается в уменьшении трудоемкости и в расширении возможностей стенда при очистке и промывке гидросистем тракторов, комбайнов, дорожно-строительных и коммунальных машин, а, кроме того, в повышении степени очистки и промывки полостей составных частей сборочных единиц гидросистем машин, а также в полном освобождении полостей от промывочной жидкости.

Решение указанной задачи достигается тем, что стенд для очистки и промывки гидросистем машин, содержащий снабженный электроприводом гидронасос, подключенный к гидролинии очистки, вход всасывающего участка и выход нагнетательного участка которой подключены к гидробаку, а нагнетательный участок снабжен фильтром тонкой очистки жидкости, в соответствии с настоящим изобретением снабжен гидролинией промывки, вход всасывающего участка которой подключен к гидробаку, гидронасос выполнен в виде двухпоточного гидронасоса, первые вход и выход которого подключены соответственно к выходу всасывающего и входу нагнетательного участков гидролинии очистки, а вторые вход и выход подключены соответственно к выходу всасывающего и входу нагнетательного участков гидролинии промывки, всасывающие участки обеих гидролиний снабжены входными трубками с заглушками, а нагнетательный участок гидролинии очистки снабжен последовательно установленными трехходовым краном для обеспечения возможности направления жидкости в нагнетательный участок гидролинии промывки, первой выходной трубкой с заглушкой и второй выходной трубкой с заглушкой, а фильтр тонкой очистки установлен между указанными трубками, причем нагнетательный участок гидролинии промывки снабжен последовательно установленными первым трехходовым краном для

обеспечения возможности направления жидкости в нагнетательный участок гидролинии очистки, фильтром тонкой очистки, гидрозолотником для создания пульсирующего потока промывочной жидкости и смесительной камерой для смешивания пульсирующего потока промывочной жидкости с сжатым воздухом, а также установленным между фильтром тонкой очистки и гидрозолотником вторым трехходовым краном для обеспечения возможности подачи промывочной жидкости из фильтра тонкой очистки непосредственно к объекту промывки, при этом стенд снабжен резервуаром сжатого воздуха, подключаемым к выходу нагнетательного участка гидролинии промывки, и приемником сжатого воздуха, подключаемым ко входу смесительной камеры или входу резервуара сжатого воздуха.

Кроме того, нагнетательный участок гидролинии очистки может быть снабжен расходомером жидкости, подключаемым перед фильтром тонкой очистки, датчиком давления жидкости, установленным перед фильтром тонкой очистки, и предохранительным клапаном, подключенным параллельно фильтру тонкой очистки и второй выходной трубке.

Нагнетательный участок гидролинии промывки также может быть снабжен датчиком давления жидкости и предохранительным клапаном, установленными перед фильтром тонкой очистки.

Всасывающие участки гидролиний очистки и промывки снабжены фильтрами первичной очистки.

Кроме того, стенд снабжен червячным редуктором, входной вал которого соединен с валом электропривода через выключаемую муфту, а выходной вал связан со штоком гидрозолотника через кривошипно-шатунный механизм.

Гидробак снабжен электронагревателем промывочной жидкости, а также датчиком чистоты промывочной жидкости.

Кроме того, стенд снабжен наконечником с регулируемой насадкой, установленным на выходе нагнетательного участка гидролинии промывки для подачи промывочной жидкости к объекту промывки.

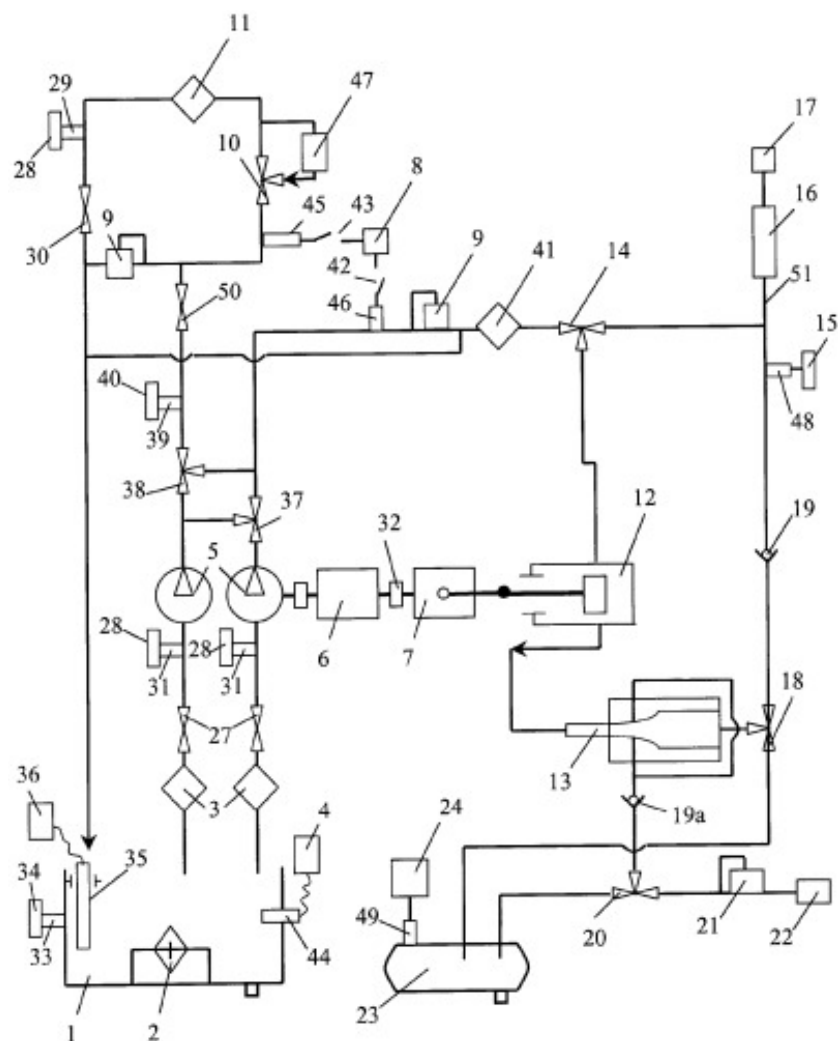


Рисунок 1.1

1- гидробак, 2-электронагреватель, 3- сетчатый фильтр, 4-указатель температуры 5- двухпоточный гидронасос, 6- электродвигатель, 7-червячный редуктор, 8- указатель давления, 9- предохранительный клапан, 10- кран, 11- фильтр тонкой очистки, 12- гидрозолотник, 13- смесительная камера, 14- трехходовой кран, 15-указатель, 16-наконечник, 17- регулируемая насадка, 18- трехходовой кран, 19- нагнетательный клапан, 20- трехходовой кран, 21- воздушный редуктор, 22- приемник, 23- воздушный резервуар, 24- указатель, 27- кран, 28-заглушка, 29-выходная трубка, 30-кран, 31- входная трубка, 32- выключаемая муфта, 33-входной трубкой, 34- заглушка, 35-датчик чистоты жидкости, 36-указатель, 37-38- трехходовые краны, 39-выходная трубка, 40- заглушка, 41- фильтр тонкой очистки, 42- переключатель, 43- переключатель, 44- датчик температуры, 45- датчик давления, 47- расходомер, 48- датчик, 49- датчик, 50- кран, 51- выходной участок,

Стенд (рис. 1.1) содержит гидробак 1 для промывочной жидкости, установленный на раме с колесами (не показана) для обеспечения мобильности стенда и являющийся основным корпусом, на котором размещаются основные сборочные единицы стенда. Стенд содержит также гидросистему, которая состоит из линий очистки и промывки с двухпоточным гидронасосом 5, приводимым электродвигателем 6, первый и второй входы которого подключены к выходам всасывающих участков гидролиний очистки и промывки соответственно, а первый и второй выходы - ко входам нагнетательных участков этих гидролиний. Каждый из всасывающих участков гидролиний имеет сетчатый фильтр 3 первичной очистки, кран 27 для открытия и закрытия соответствующей гидролинии и входную трубку 31 с заглушкой 28 для всасывания жидкости из емкостей, расположенных вне стенда.

Нагнетательный участок гидролинии очистки включает в себя трехходовой кран 38, служащий для обеспечения возможности направления потока жидкости в нагнетательный участок гидролинии промывки, первую выходную трубку 39 с заглушкой 40 для откачки жидкости из гидролинии в другую емкость, которая находится вне стенда, или в гидробак 1, когда его заправляют промывочной жидкостью, двухходовой кран 50, предохранительный клапан 9 для поддержания определенного давления в гидролинии очистки, датчик давления 45, связанный с указателем давления 8 через переключатель 43, кран 10 для включения или отключения расходомера 47 для измерения подачи жидкости через гидролинию очистки, фильтр 11 тонкой очистки в виде масляной центрифуги, вторую выходную трубку 29 с заглушкой 28 и кран 30 для закрытия сливной магистрали при очистке и сливе жидкости в емкость вне стенда, например в бак гидросистемы машины.

Нагнетательный участок гидролинии промывки снабжен трехходовым краном 37 для обеспечения возможности направления жидкости в нагнетательный участок гидролинии очистки, датчиком давления 46,

соединенным с указателем 8 переключателем 42, предохранительным клапаном 9, поддерживающим определенное давление в гидролинии; фильтром 41 тонкой очистки, трехходовым краном 14, перепускающим поток жидкости в гидрозолотник 12, в котором постоянный поток жидкости под давлением преобразуется в пульсирующий поток, или непосредственно в выходной участок 51 гидролинии промывки, минуя гидрозолотник 12, смесительной камерой 13 для смешивания пульсирующего потока жидкости со сжатым воздухом, поступающим через отверстия в суженную часть дросселя смесительной камеры в промежутках между импульсами жидкости, нагнетательным клапаном 19 и наконечником 16 с регулируемой насадкой 17 для подачи промывочной жидкости или смеси этой жидкости с воздухом к объекту промывки. Для измерения давления промывочной жидкости перед наконечником 16 предусмотрен датчик 48 с указателем 15.

Регулируемая насадка 17 обеспечивает регулирование в ней проходного сечения, изменяя тем самым расход промывочной жидкости. Эта насадка может иметь обычную известную конструкцию регулирующего элемента, выполненного, например, конической формы с возможностью его перемещения вдоль продольной оси насадки для изменения ее проходного сечения.

Воздушная гидролиния включает в себя приемник 22 сжатого воздуха, воздушный редуктор 21 для регулирования давления сжатого воздуха и воздушный резервуар 23 для сжатого воздуха, подключаемый к гидролинии промывки через трехходовой кран 18, установленный на выходе из смесительной камеры 13. Для переключения подачи сжатого воздуха в смесительную камеру 13 через нагнетательный воздушный клапан 19а или в резервуар 23 воздушная гидролиния снабжена трехходовым краном 20. Трехходовой кран 18 предназначен для переключения подачи смеси промывочной жидкости (например, топлива) с воздухом под давлением из камеры 13 или сжатого воздуха из резервуара 23 в наконечник 16 с



регулируемой насадкой 17. Резервуар 23 снабжен датчиком 49 с указателем 24 для определения давления сжатого воздуха в резервуаре.

Гидробак снабжен электронагревателем 2, нагревающим промывочную жидкость до определенной температуры, датчиком 44 и указателем 4 температуры рабочей жидкости в гидробаке 1, входной трубкой 33 с заглушкой 34 для заполнения бака промывочной жидкостью, а также датчиком 35 чистоты жидкости с указателем 36.

Стенд снабжен также червячным редуктором 7, входной вал которого соединен с валом электродвигателя 6 через выключаемую муфту 32, а выходной вал - со штоком гидрозолотника 12 через кривошипно-шатунный механизм. Указанная конструкция обеспечивает преобразование вращательного движения вала электродвигателя 5 в возвратно-поступательное движение подвижного рабочего органа (клапана) гидрозолотника 12, в результате чего этот орган периодически перекрывает непрерывный поток жидкости, поступающей на вход гидрозолотника 12, и преобразует этот поток в прерывистый.

Предлагаемый стенд работает следующим образом.

Стенд может выполнять несколько операций:

- 1) откачка и очистка рабочей жидкости гидросистемы машины;
- 2) промывка полостей составных частей гидросистемы с одновременной очисткой промывочной жидкостью;
- 3) очистка полостей составных частей гидросистемы от остатков промывочной жидкости сжатым воздухом;
- 4) заправка рабочей жидкости бака гидросистемы машины.

Откачка и очистка рабочей жидкости гидросистемы машины

Установить стенд возле машины ближе к баку гидросистемы. Конец с переходником одного из сливных шлангов, входящих в комплект стенда, соединить со спускным ventилем бака гидросистемы машины, другой конец с переходником соединить с входной трубкой 31, сняв предварительно заглушку 28. Установить трехходовые краны 37 и 38 в положение, при

котором оба потока жидкости направлены в гидролинию очистки. Установить трехходовой кран 10 в положение, при котором расходомер 47 отключен от гидролинии очистки. Кран 30 установить в положение слива рабочей жидкости в гидробак 1 станда. Отключить входной вал редуктора 7 от приводного вала электродвигателя 6 с помощью муфты 32. Подать электрическое напряжение на стенд (электросхема не показана) и включить электродвигатель 6, нажав на пусковую кнопку.

Рабочая жидкость из бака гидросистемы откачивается, проходит через фильтр 11 и сливается в гидробак 1. Загрязненность/чистоту рабочей жидкости в гидробаке 1 проверяют датчиком 35 с указателем 36. Если загрязненность жидкости ниже 13 класса, то еще раз очистить рабочую жидкость по той же схеме, только отсоединить шланг от трубки 31, установив заглушку 28, и открыть краны 27, чтобы сообщить всасывающие участки гидролиний очистки и промывки с гидробаком 1. Включить стенд в работу и очищать рабочую жидкость стендом до тех пор, пока ее чистота не достигнет 13 класса. После очистки откачать рабочую жидкость из гидробака 1 в отдельную подготовленную емкость. Для этого кран 50 установить в закрытое положение. С выходной трубки 39 снять заглушку 40 и на ее место к трубке подсоединить конец сливного шланга с переходником входящего в комплект станда,. Другой конец этого шланга опустить в подготовленную емкость. Пустить стенд и откачать рабочую жидкость из гидробака 1 станда в подготовленную емкость.

Промывка полостей составных частей гидросистемы с одновременной очисткой промывочной жидкости

Для этого трехходовой кран 38 установить в положение, при котором промывочная жидкость нагнетается в гидролинию очистки. Трехходовой кран 10 установить в положение, при котором расходомер 47 отключен, а нагнетание жидкости происходит по гидролинии до фильтра 11 и далее через кран 9 на слив в гидробак 1.

Трехходовой кран 37 установить в положение, при котором нагнетание жидкости происходит в гидролинию промывки через предохранительный клапан 9 и фильтр 41 (тонкость фильтрации 25 мкм). Трехходовой кран 14 установить в положение, при котором жидкость нагнетается в гидрозолотник 12, в котором постоянный поток промывочной жидкости преобразуется в пульсирующий поток под действием золотника 12. Далее промывочная жидкость по гидролинии поступает в смесительную камеру 13, где смешивается со сжатым воздухом, и через трехходовой кран 18 нагнетается в выходной участок 51 и наконечник 16 с регулируемой насадкой 17. Наконечник 16 опустить внутрь бака гидросистемы машины. К сливному отверстию бака гидросистемы машины подсоединить конец сливного шланга с переходником, входящим в комплект стенда. Другой конец шланга соединить с входной трубкой 33 гидробака 1, предварительно сняв заглушку 34.

При необходимости к выходному участку 51 подсоединить наконечник 16 с регулируемой насадкой 17 или переходники для соединения этого выходного участка с полостями составных частей гидросистемы машины для промывки их промывочной жидкостью под давлением.

Для очистки промывочной жидкости и промывки полостей составных частей гидросистемы машины с помощью стенда необходимо заправить гидробак 1 промывочной жидкостью, подать напряжение к стенду, включить электронагреватель 2, прогреть промывочную жидкость в гидробаке 1 до температуры  $50 \pm 1^\circ\text{C}$  и пустить стенд в работу. Периодически проверяя чистоту промывочной жидкости в гидробаке 1, оценивать качество очистки жидкости и промывки полостей составных частей гидросистемы машин. Очистку и промывку производить до тех пор, пока чистота промывочной жидкости в баке 1 не достигнет номинальной величины.

Промывку полостей составных частей гидросистемы машины можно проводить также постоянным потоком промывочной жидкости, не смешивая ее с воздухом. Для этого трехходовой кран 14 надо установить в положение

подачи промывочной жидкости от фильтра 41 непосредственно в выходной участок 51.

Очистка стендом полостей составных частей гидросистемы от остатков промывочной жидкости сжатым воздухом

Для этого остановить работу стенда и отключить электрическое напряжение от стенда. Установить трехходовой кран 20 в положение нагнетания сжатого воздуха в резервуар 23, а трехходовой кран 18 - в положение поступления сжатого воздуха из резервуара 23 через нагнетательный клапан 19 в выходной участок 51. При необходимости к выходному участку 51 подсоединить наконечник 16 с регулируемой насадкой 17 или переходники для подсоединения нагнетательного шланга к полости корпусов составных частей гидросистемы машины.

Сливной шланг, входящий в комплект стенда, через переходник подсоединить к сливному вентилю бака гидросистемы машины, а другой конец этого шланга подсоединить к входной трубке 33, предварительно сняв заглушку 34. К приемнику 22 сжатого воздуха подсоединить источник сжатого воздуха от воздушной системы обслуживаемой машины или компрессора. Подать сжатый воздух к стенду, предварительно отрегулировав давление в выходном участке 51 с помощью регулируемой насадки 17 по указателю давления 15 до 7-8 кгс/см<sup>2</sup>.

Опустить наконечник 16 с регулируемой насадкой 17 внутрь составной части гидросистемы, например бака, если это возможно, и продуть полость сжатым воздухом для освобождения ее от остатков промывочной жидкости. Если наконечник 16 невозможно опустить внутрь полости составной части, отсоединить наконечник 16 от выходного участка 51 и на его место подсоединить переходник для соединения выходного участка 51 к полостям составных частей гидросистемы и продуть их сжатым воздухом с целью освобождения от промывочной жидкости.

Заправка рабочей жидкости бака гидросистемы машины

Для этого подготовить стенд для закачки рабочей жидкости в бак гидросистемы машины. Закрыть краны 27, к входной трубке или трубкам 31 подсоединить сливной шланг, входящий в комплект стенда, предварительно сняв заглушки 28, а конец этого шланга опустить в емкость для закачки рабочей жидкости. Трехходовые краны 37 и 38 установить в положение, при котором нагнетание жидкости происходит в гидролинию очистки, а кран 50 - в открытое положение. Конец другого сливного шланга, входящего в комплект стенда, соединить с трубкой 29, предварительно сняв заглушку 28. Другой конец сливного шланга опустить в заливную горловину бака гидросистемы машины. Установить трехходовой кран 10 в положение, при котором прокачиваемая рабочая жидкость проходит через расходомер 47.

Отсоединить входной вал червячного редуктора 7 от вала электродвигателя 6 с помощью муфты 32. Подать напряжение к стенду, пустить его и прокачать рабочую жидкость из емкости для закачки рабочей жидкости в бак гидросистемы машины, наблюдая за уровнем рабочей жидкости. Зафиксировать расходомером 47 количество заправляемой рабочей жидкости в гидробак машины.

1. Стенд для очистки и промывки гидросистем машин, содержащий снабженный электроприводом гидронасос, подключенный к гидролинии очистки, вход всасывающего участка и выход нагнетательного участка которой подключены к гидробаку, а нагнетательный участок снабжен фильтром тонкой очистки жидкости, отличающийся тем, что он снабжен гидролинией промывки, вход всасывающего участка которой подключен к гидробаку, гидронасос выполнен в виде двухпоточного гидронасоса, первые вход и выход которого подключены соответственно к выходу всасывающего и входу нагнетательного участков гидролинии очистки, а вторые вход и выход подключены соответственно к выходу всасывающего и входу нагнетательного участков гидролинии промывки, всасывающие участки обеих гидролиний снабжены входными трубками с заглушками, а нагнетательный участок гидролинии очистки снабжен последовательно

установленными трехходовым краном для обеспечения возможности направления жидкости в нагнетательный участок гидролинии промывки, первой выходной трубкой с заглушкой и второй выходной трубкой с заглушкой, а фильтр тонкой очистки установлен между указанными трубками, причем нагнетательный участок гидролинии промывки снабжен последовательно установленными первым трехходовым краном для обеспечения возможности направления жидкости в нагнетательный участок гидролинии очистки, фильтром тонкой очистки, гидрозолотником для создания пульсирующего потока промывочной жидкости и смесительной камерой для смешивания пульсирующего потока промывочной жидкости с сжатым воздухом, а также установленным между фильтром тонкой очистки и гидрозолотником вторым трехходовым краном для обеспечения возможности подачи промывочной жидкости из фильтра тонкой очистки непосредственно к объекту промывки, при этом стенд снабжен резервуаром сжатого воздуха, подключаемым к выходу нагнетательного участка гидролинии промывки, и приемником сжатого воздуха, подключаемым ко входу смесительной камеры или входу резервуара сжатого воздуха.

Также известны конструкции конических насосов центробежного типа, которые позволяют улавливать механические примеси в процессе работы под действием центробежных сил. Данные насосы предназначены для создания давления до 0,01 МПа и обладают незначительной грязеемкостью. Общеизвестен способ улавливания механических частиц, содержащихся в маслах, в полостях коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания. В заявляемом техническом решении центробежный насос, входящий в конструкцию устройства для очистки масла, выполнен таким образом, чтобы обеспечивать и улавливание механических примесей и перекачивать масло.

Таким образом, сочетание указанных особенностей позволяет достичь эффективной и согласованной работы устройства в целом.

На основании изложенного можно сделать вывод, что предлагаемая совокупность отличительных признаков отвечает критерию «существенные

отличия», т.к. она приобрела новое свойство, заключающееся в повышении эффективности очистки масла от воды и механических примесей.

Заявляемое устройство содержит вакуумную камеру, расположенную вертикально, в средней части которой расположены горизонтальные пластины с центральными отверстиями, в верхней части вакуумной камеры расположены проволочный пеногаситель и кольцевой мембранный насос, состоящий из корпуса, внутри которого закреплена мембрана, ротора, роликов и пластины, которая прижимает мембрану к корпусу между всасывающим и нагнетательным клапанами. В нижней части вакуумной камеры 1 расположен корпус центробежного насоса, рабочее колесо которого состоит из верхнего диска с жесткими концентрическими кольцами и лопастями по краям и нижнего диска с упругими концентрическими кольцами, которые имеют выступы, прижатые к жестким кольцам верхнего диска. Кроме того, устройство имеет трубопровод отвода масла, трубопроводы отвода воздуха и паров с охлаждающим устройством, обратными клапанами 16 и трубопровод подвода масла с последовательно установленными на нем дросселем и нагревателем. Вакуумная камера снабжена вакуумметром. Ротор кольцевого мембранного насоса, проволочный пеногаситель, верхний диск и нижний диск центробежного насоса расположены на одном валу.

Заявляемое устройство для очистки масла гидросистем работает следующим образом.

При вращении вала, на котором размещены ротор кольцевого мембранного насоса, проволочный пеногаситель, верхний диск центробежного насоса и его нижний диск, происходит понижение давления в вакуумной камере, после чего открывается дроссель и загрязненное масло, нагретое нагревателем, под действием атмосферного давления по трубопроводу поступает в среднюю часть вакуумной камеры. При этом поток загрязненного масла попадает на горизонтальные пластины с центральными отверстиями и постепенно стекая с верхних пластин на

нижние, образует поток небольшой толщины с большой площадью свободной поверхности, что создает благоприятные условия для испарения воды и выделения воздуха. Образующаяся при вакуумировании масляная пена разрушается проволочным пеногасителем, а воздух и пары воды откачиваются кольцевым мембранным насосом по трубопроводу через охлаждающее устройство. Работа кольцевого мембранного насоса заключается в том, что за счет сил упругости мембраны, закрепленной на внутренней части выпуклого кольцевого корпуса, между мембраной и корпусом создается свободный объем, который заполняется воздухом. При вращении ротора закрепленные на нем ролики вытесняют воздух по окружности корпуса от впускного клапана к выпускному, тем самым обеспечивая перекачку воздуха. Пластина, которая пережимает мембрану между клапанами, образует всасывающие и нагнетательные полости насоса. Откачка очищенного от воды масла производится центробежным насосом только при достижении им частоты вращения, при которой центробежные силы деформируют упругие концентрические кольца нижнего диска и между ними и концентрическими кольцами верхнего диска образуются зигзагообразные каналы, по которым масло движется за счет центробежных сил к лопастям насоса и далее откачивается по трубопроводу отвода масла. При прохождении зигзагообразных каналов механические примеси под действием центробежных сил будут осаждаться по краям концентрических колец верхнего и нижнего дисков. После прекращения работы центробежного насоса упругие концентрические кольца нижнего диска прижимаются выступами к кольцам верхнего диска, образуя замкнутые полости, в которых происходит накопление механических примесей. При необходимости очистки механических примесей, которые будут накапливаться в полостях насоса, они могут быть удалены путем снятия нижнего диска центробежного насоса.

Вакуумметр определяет величину пониженного давления в вакуумной камере. Частота вращения центробежного насоса определяет необходимую



величину подачи загрязненного масла в вакуумную камеру в зависимости от загрязненности масла водой.

Таким образом, использование заявляемого технического устройства позволяет повысить эффективность очистки масел от воды и механических примесей за счет использования кольцевого мембранного насоса, который обеспечивает необходимый уровень пониженного атмосферного давления в вакуумной камере и центробежного насоса, который выполняет функции очистительного устройства, что также позволяет более эффективно использовать пространство вакуумной камеры.

Устройство для очистки масла гидросистем, содержащее вакуумную камеру, трубопроводы подвода и отвода, нагреватель, выполненный в виде теплообменника, дроссель, установленный на трубопроводе подвода масла, горизонтальные диски, установленные с зазором между собой, конденсирующее устройство, установленное на трубопроводе отвода паров воды, насос, размещенный в верхней части вакуумной камеры на одном валу с центробежным насосом, размещенным в ее нижней части, отличающееся тем, что центробежный насос выполнен в виде двух дисков с размещенными на них концентрическими кольцами, причем кольца нижнего диска выполнены эластичными и прижимаются отогнутыми краями к кольцам верхнего диска, выполненным жесткими, образуя во внутренней части центробежного насоса замкнутые полости, а насос выполнен в виде кольцевого мембранного насоса с ротором, на котором размещены эластичные ролики, а мембрана пережата пластиной между всасывающим и нагнетательным клапанами.

#### 1.4 Обзор существующих конструкций

В качестве примеров и прототипов нашей разработки рассмотрим несколько патентных разработок и одну реальную рабочую установку.

Рассмотрим патент №2344301 - стенд для очистки и промывки гидросистем машин (рис. 1.2).

Стенд содержит гидробак 1 для промывочной жидкости, установленный на раме с колесами (не показана) для обеспечения мобильности стенда и являющийся основным корпусом, на котором размещаются основные сборочные единицы стенда. Стенд содержит также гидросистему, которая состоит из линий очистки и промывки с двухпоточным гидронасосом 5, приводимым электродвигателем 6, первый и второй входы которого подключены к выходам всасывающих участков гидролиний очистки и промывки соответственно, а первый и второй выходы - ко входам нагнетательных участков этих гидролиний. Каждый из всасывающих участков гидролиний имеет сетчатый фильтр 3 первичной очистки, кран 27 для открытия и закрытия соответствующей гидролинии и входную трубку 31 с заглушкой 28 для всасывания жидкости из емкостей, расположенных вне стенда.

Нагнетательный участок гидролинии очистки включает в себя трехходовой кран 38, служащий для обеспечения возможности направления потока жидкости в нагнетательный участок гидролинии промывки, первую выходную трубку 39 с заглушкой 40 для откачки жидкости из гидролинии в другую емкость, которая находится вне стенда, или в гидробак 1, когда его заправляют промывочной жидкостью, двухходовой кран 50, предохранительный клапан 9 для поддержания определенного давления в гидролинии очистки, датчик давления 45, связанный с указателем давления 8 через переключатель 43, кран 10 для включения или отключения расходомера 47 для измерения подачи жидкости через гидролинию очистки, фильтр 11 тонкой очистки в виде масляной центрифуги, вторую выходную трубку 29 с заглушкой 28 и кран 30 для закрытия сливной магистрали при очистке и сливе жидкости в емкость вне стенда, например в бак гидросистемы машины.

Нагнетательный участок гидролинии промывки снабжен трехходовым краном 37 для обеспечения возможности направления жидкости в нагнетательный участок гидролинии очистки, датчиком давления 46, соединенным с указателем 8 переключателем 42, предохранительным клапаном 9, поддерживающим определенное давление в гидролинии; фильтром 41 тонкой очистки, трехходовым краном 14, перепускающим поток жидкости в гидрозолотник 12, в котором постоянный поток жидкости под давлением преобразуется в пульсирующий поток, или непосредственно в выходной участок 51 гидролинии промывки, минуя гидрозолотник 12, смесительной камерой 13 для смешивания пульсирующего потока жидкости со сжатым воздухом, поступающим через отверстия в суженную часть дросселя смесительной камеры в промежутках между импульсами жидкости, нагнетательным клапаном 19 и наконечником 16 с регулируемой насадкой 17 для подачи промывочной жидкости или смеси этой жидкости с воздухом к объекту промывки. Для измерения давления промывочной жидкости перед наконечником 16 предусмотрен датчик 48 с указателем 15.

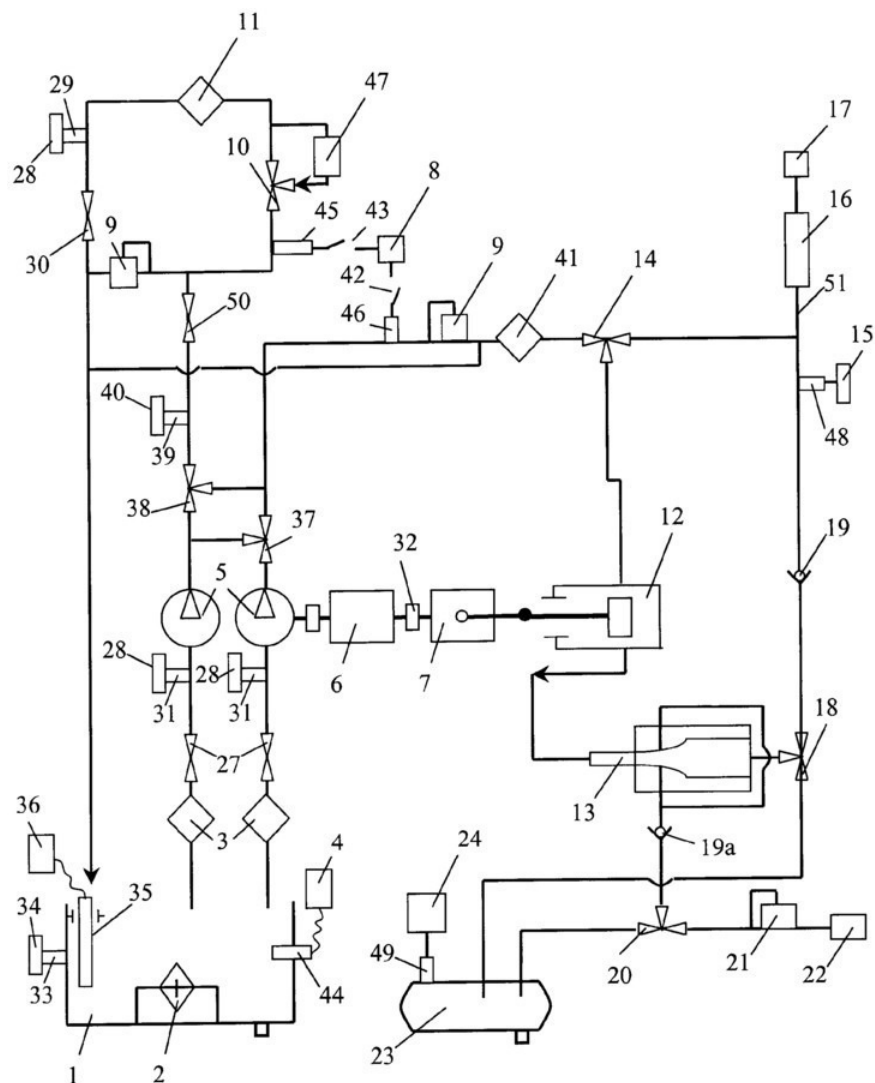


Рисунок 1.2 – Патент № 2344301

Регулируемая насадка 17 обеспечивает регулирование в ней проходного сечения, изменяя тем самым расход промывочной жидкости. Эта насадка может иметь обычную известную конструкцию регулирующего элемента, выполненного, например, конической формы с возможностью его перемещения вдоль продольной оси насадки для изменения ее проходного сечения.

Воздушная гидролиния включает в себя приемник 22 сжатого воздуха, воздушный редуктор 21 для регулирования давления сжатого воздуха и воздушный резервуар 23 для сжатого воздуха, подключаемый к гидролинии промывки через трехходовой кран 18, установленный на выходе из смесительной камеры 13. Для переключения подачи сжатого воздуха в

смесительную камеру 13 через нагнетательный воздушный клапан 19а или в резервуар 23 воздушная гидролиния снабжена трехходовым краном 20. Трехходовой кран 18 предназначен для переключения подачи смеси промывочной жидкости (например, топлива) с воздухом под давлением из камеры 13 или сжатого воздуха из резервуара 23 в наконечник 16 с регулируемой насадкой 17. Резервуар 23 снабжен датчиком 49 с указателем 24 для определения давления сжатого воздуха в резервуаре.

Гидробак снабжен электронагревателем 2, нагревающим промывочную жидкость до определенной температуры, датчиком 44 и указателем 4 температуры рабочей жидкости в гидробаке 1, входной трубкой 33 с заглушкой 34 для заполнения бака промывочной жидкостью, а также датчиком 35 чистоты жидкости с указателем 36.

Стенд снабжен также червячным редуктором 7, входной вал которого соединен с валом электродвигателя 6 через выключаемую муфту 32, а выходной вал - со штоком гидрозолотника 12 через кривошипно-шатунный механизм. Указанная конструкция обеспечивает преобразование вращательного движения вала электродвигателя 5 в возвратно-поступательное движение подвижного рабочего органа (клапана) гидрозолотника 12, в результате чего этот орган периодически перекрывает непрерывный поток жидкости, поступающей на вход гидрозолотника 12, и преобразует этот поток в прерывистый.

Предлагаемый стенд работает следующим образом.

Стенд может выполнять несколько операций:

- 1) откачка и очистка рабочей жидкости гидросистемы машины;
- 2) промывка полостей составных частей гидросистемы с одновременной очисткой промывочной жидкости;
- 3) очистка полостей составных частей гидросистемы от остатков промывочной жидкости сжатым воздухом;
- 4) заправка рабочей жидкости бака гидросистемы машины.

Откачка и очистка рабочей жидкости гидросистемы машины

Установить стенд возле машины ближе к баку гидросистемы. Конец с переходником одного из сливных шлангов, входящих в комплект стенда, соединить со спускным ventилем бака гидросистемы машины, другой конец с переходником соединить с входной трубкой 31, сняв предварительно заглушку 28. Установить трехходовые краны 37 и 38 в положение, при котором оба потока жидкости направлены в гидролинию очистки. Установить трехходовой кран 10 в положение, при котором расходомер 47 отключен от гидролинии очистки. Кран 30 установить в положение слива рабочей жидкости в гидробак 1 стенда. Отключить входной вал редуктора 7 от приводного вала электродвигателя 6 с помощью муфты 32. Подать электрическое напряжение на стенд (электросхема не показана) и включить электродвигатель 6, нажав на пусковую кнопку.

Рабочая жидкость из бака гидросистемы откачивается, проходит через фильтр 11 и сливается в гидробак 1. Загрязненность/чистоту рабочей жидкости в гидробаке 1 проверяют датчиком 35 с указателем 36. Если загрязненность жидкости ниже 13 класса, то еще раз очистить рабочую жидкость по той же схеме, только отсоединить шланг от трубки 31, установив заглушку 28, и открыть краны 27, чтобы сообщить всасывающие участки гидролиний очистки и промывки с гидробаком 1. Включить стенд в работу и очищать рабочую жидкость стендом до тех пор, пока ее чистота не достигнет 13 класса. После очистки откачать рабочую жидкость из гидробака 1 в отдельную подготовленную емкость. Для этого кран 50 установить в закрытое положение. С выходной трубки 39 снять заглушку 40 и на ее место к трубке подсоединить конец сливного шланга с переходником входящего в комплект стенда,. Другой конец этого шланга опустить в подготовленную емкость. Пустить стенд и откачать рабочую жидкость из гидробака 1 стенда в подготовленную емкость.

Промывка полостей составных частей гидросистемы с одновременной очисткой промывочной жидкости

Для этого трехходовой кран 38 установить в положение, при котором промывочная жидкость нагнетается в гидролинию очистки. Трехходовой кран 10 установить в положение, при котором расходомер 47 отключен, а нагнетание жидкости происходит по гидролинии до фильтра 11 и далее через кран 9 на слив в гидробак 1.

Трехходовой кран 37 установить в положение, при котором нагнетание жидкости происходит в гидролинию промывки через предохранительный клапан 9 и фильтр 41 (тонкость фильтрации 25 мкм). Трехходовой кран 14 установить в положение, при котором жидкость нагнетается в гидрозолотник 12, в котором постоянный поток промывочной жидкости преобразуется в пульсирующий поток под действием золотника 12. Далее промывочная жидкость по гидролинии поступает в смесительную камеру 13, где смешивается со сжатым воздухом, и через трехходовой кран 18 нагнетается в выходной участок 51 и наконечник 16 с регулируемой насадкой 17. Наконечник 16 опустить внутрь бака гидросистемы машины. К сливному отверстию бака гидросистемы машины подсоединить конец сливного шланга с переходником, входящим в комплект стенда. Другой конец шланга соединить с входной трубкой 33 гидробака 1, предварительно сняв заглушку 34.

При необходимости к выходному участку 51 подсоединить наконечник 16 с регулируемой насадкой 17 или переходники для соединения этого выходного участка с полостями составных частей гидросистемы машины для промывки их промывочной жидкостью под давлением.

Для очистки промывочной жидкости и промывки полостей составных частей гидросистемы машины с помощью стенда необходимо заправить гидробак 1 промывочной жидкостью, подать напряжение к стенду, включить электронагреватель 2, прогреть промывочную жидкость в гидробаке 1 до температуры  $50 \pm 1^\circ\text{C}$  и пустить стенд в работу. Периодически проверяя чистоту промывочной жидкости в гидробаке 1, оценивать качество очистки жидкости и промывки полостей составных частей гидросистемы машин.

Очистку и промывку производить до тех пор, пока чистота промывочной жидкости в баке 1 не достигнет номинальной величины.

Промывку полостей составных частей гидросистемы машины можно проводить также постоянным потоком промывочной жидкости, не смешивая ее с воздухом. Для этого трехходовой кран 14 надо установить в положение подачи промывочной жидкости от фильтра 41 непосредственно в выходной участок 51.

Очистка стендом полостей составных частей гидросистемы от остатков промывочной жидкости сжатым воздухом

Для этого остановить работу стенда и отключить электрическое напряжение от стенда. Установить трехходовой кран 20 в положение нагнетания сжатого воздуха в резервуар 23, а трехходовой кран 18 - в положение поступления сжатого воздуха из резервуара 23 через нагнетательный клапан 19 в выходной участок 51. При необходимости к выходному участку 51 подсоединить наконечник 16 с регулируемой насадкой 17 или переходники для подсоединения нагнетательного шланга к полости корпусов составных частей гидросистемы машины.

Сливной шланг, входящий в комплект стенда, через переходник подсоединить к сливному вентилю бака гидросистемы машины, а другой конец этого шланга подсоединить к входной трубке 33, предварительно сняв заглушку 34. К приемнику 22 сжатого воздуха подсоединить источник сжатого воздуха от воздушной системы обслуживаемой машины или компрессора. Подать сжатый воздух к стенду, предварительно отрегулировав давление в выходном участке 51 с помощью регулируемой насадки 17 по указателю давления 15 до  $7-8 \text{ кгс/см}^2$ .

Опустить наконечник 16 с регулируемой насадкой 17 внутрь составной части гидросистемы, например бака, если это возможно, и продуть полость сжатым воздухом для освобождения ее от остатков промывочной жидкости. Если наконечник 16 невозможно опустить внутрь полости составной части, отсоединить наконечник 16 от выходного участка 51 и на его место



подсоединить переходник для соединения выходного участка 51 к полостям составных частей гидросистемы и продуть их сжатым воздухом с целью освобождения от промывочной жидкости.

Рассмотрим патент №874235 ( рис. 1.3). Стенд имеет линию 1 подачи сжатого газа и линию 2 подачи жидкости, которые соединены с напорной емкостью 3, Линия 1 подачи газа соединена с напорной емкостью 3 трубопроводом 4 нагнетания газа, установленным в напорную емкость 3 по сифонной схеме. Трубопровод 4 заканчивается в нижней напорной части емкости абсорбером 5, расположенным в кожухе заборного устройства 6. Установка снабжена смесителем 7 в виде струйного насоса, соединенного с промываемым изделием 8, причем всасывающий патрубок 9 струйного насоса подключен к линии подачи жидкости, а сопловой насадок 10 - к линии подачи газа. Выходной конец изделий соединен с газожидкостным разделителем 11 циклонного типа. Патрубок 12, отводящий жидкость, соединен с приемной емкостью 13 через контрольное устройство 14. С

Приемная емкость соединена с напорной емкостью линией 18 возврата жидкости с обратным клапаном 19. Емкость выполнена герметичной. Стенд работает следующим образом. С помощью линии 1 подачи газа устанавливают в изделии заданный расход газа, обеспечивая скорость в пределах 20 - 100 м/с, При этом в напорной емкости 3 устанавливают давление, соответствующее гидравлическому сопротивлению изделия. Газ под избыточным давлением поступает по трубопроводу 4 в нижнюю часть емкости, распыляется с помощью абсорбера 5 в моющей жидкости и растворяется до насыщения при давлении, соответствующем гидравлическому сопротивлению изделия.

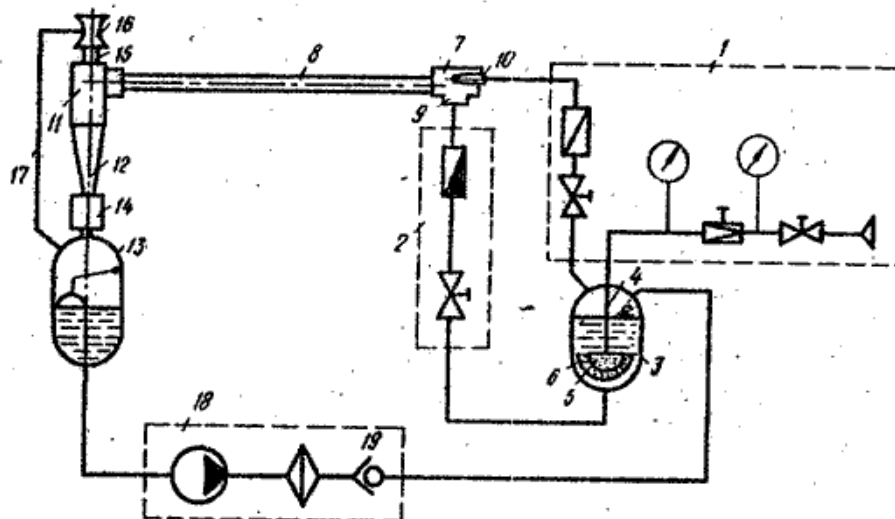


Рисунок 1.3 – Патент № 874235

С помощью линии 2 подачи жидкости устанавливают требуемый расход жидкости в изделии 8, обеспечивая приведенную к площади поперечного сечения изделия скорость жидкости в пределах 0,1- 0,5 м/с (скорость жидкости при условии, если бы она занимала все поперечное сечение изделия), При этом в напорную емкость 3 поступают дополнительные порции газа. Газ растворяют в зоне заборного устройства б и раствор поступает в изделие 8 с помощью эжектора 7. Газожидкостная смесь, перемещаясь по изделию, смывает загрязнения и поступает в газожидкостный разделитель 11, из которого жидкость через патрубок 12 поступает в приемную емкость 13 через контрольное устройство 14. Эффективность отделения жидкости от газа, выпускаемого через патрубок 15, повышается за счет эжектора 16, который создает разрежение в емкости 13 за счет подсоединенного к ней всасывающего патрубка 17, а сопротивление, создаваемое эжектором, повышает давление в циклоне.

Рассмотрим действующую установку НУЭР20-200А1000ТЗ (рис. 1.4).

Данные установки предназначены для промывки трубопроводов систем гидропривода потоком гидравлической жидкости. Установка, как правило, включает в себя систему насосных агрегатов с электроприводом, систему

фильтров, пробоотборники, гидробак большого объема, элементы контроля и сопутствующую гидроаппаратуру.

Опционально могут быть установлены датчики чистоты рабочей жидкости, расходомер, теплообменники, термоэлектронагреватели, агрегаты высокого давления для испытания системы. Возможно изготовление установок с системой регенерации масла (сепаратор), системой реверса, системами интенсификации промывки

Рабочая жидкость - масла минеральные (по умолчанию), водно-гликолиевые растворы, например жидкость ПГВ (опционально)



Рисунок 1.4 – Установка НУЭР20-200А1000Т3

При выборе параметров промывочной установки следует учитывать следующее:

- критерий Рейнольдса при промывке должен быть не менее 4000;

- критерий Рейнольдса при промывке должен быть не менее чем в 1,2 раза выше, чем в рабочем режиме
- скорость потока в процессе промывки скорость потока была выше, чем в рабочем режиме;
- жидкость, используемая для промывки должна быть совместимой с предусмотренной для гидросистемы рабочей жидкостью и с используемыми в системе материалами; для промывки может использоваться непосредственно рабочая жидкость или жидкость того же типа, но с меньшей вязкостью, что позволит снизить затраты на промывку. Понизить вязкость жидкости можно также повышением температуры;
- давление при промывке выбирается из расчета потерь в гидрوليнии, однако оно не должно быть выше, чем при рабочем режиме.

Технические характеристики установок серии НУЭР приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – технические характеристики установок серии НУЭР

модель	номинальное давление, МПа	расход, л/мин	полезный объем бака, л	суммарная мощность, кВт	габариты LxVxH, мм	масса, кг
НУЭР3-600А600Т4	3	600	600	37	2000x1200x1600	700
НУЭР3-300А600Т4	3	300	600	18,5	1800x1100x1500	550
НУЭР20-200А1000Т3	20	200	1000	90	2000x1200x1600	740
НУЭЭ3-1000К2000Т4	3	1000	2000	83	3600x1600x1950	2500

Сделав обзор, можно смело сделать вывод, что разработка специализированной установки для промывки системы смазки двигателя, а

так же картеров ведущих мостов, коробки переключения передач является актуальной задачей.

### 3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 2.1. Технологический расчет технических обслуживаний автотранспорта

Исходными данными для расчета автотранспорта является списочный состав на конец календарного года, который приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Состав грузовых автомобилей

Марки автомобилей	Количество	Средне – суточный пробег
Lada Priora	2	90
ГАЗ 3302	12	160

Расчет производительной программы по ТО определяет норму пробега в зависимости от условий эксплуатации.

Категория условий эксплуатации, характеризуемая типом дорожного покрытия, типом рельефа местности, условиями движения подвижного состава, указывается в задании на проектирование или устанавливается исходя из местных условий для данного предприятия.

Категория условий эксплуатации и природные–климатические условия определяют режимы работы подвижного состава и оказывает влияние на установление периодичности ТО, ресурса ( пробега до КР) и трудоемкости ТО и ТР.

Режим работы подвижного состава определяются числом дней работы подвижного состава на линии в году, числом смен работы автомобилей на линии продолжительностью работы каждого автомобиля на линии (время в наряде). Режим работы подвижного состава с учетом подготовительно–заключительного времени принимается согласно рекомендациям ОНТП-01-91. При этом количество дней работы в году, уменьшено на 3 с учетом праздничных дней.

Для приведения к конкретным условиям работы нормативы корректируют с помощью соответствующих коэффициентов:

$K_1$ - в зависимости от условий эксплуатации подвижного состава ;

$K_2$  – от модификации подвижного состава и организации его работы;

$K_3$  - от природных - климатических условий эксплуатации подвижного состава;

$K_4$  – от количества единиц технологически совместимого подвижного состава;

$K_5$  – от способа хранения подвижного состава.

Нормативный ресурсный пробег определяется по формуле:

$$L_1 = L_p^H * K_1 * K_2 * K_3, \quad (2.1.)$$

где  $L_p^H$  - нормативный ресурсный пробег автомобиля.

$K_1, K_2, K_3$  – зависимость от модификации подвижного состава

Марка подвижного состава	Норма пробега	$K_1$	$K_2$	$K_3$	До 1-го кап. ремонта
Lada Priora	450000	0,9	1	1,1	250000
ГАЗ 3302	300000	0,9	1	1,1	300000

#### Расчет производственной программы по ТО

Производственная программа предприятия по ТО определяется числом ТО по видам на определенный период времени. Рассчитывается годовая и суточная программы. При разнотипном составе парка расчет ведется отдельно по моделям автомобилей в пределах технологически совместимых групп.

Для расчета годовой производственной программы по ТО широко применяется так называемый цикловой метод, согласно которому сначала определяется число ТО по видам за цикл (под циклом принимается пробег автомобиля до КР или до списания), затем определяется годовой пробег

автомобиля и через коэффициент перехода от цикла к году определяется число ТО за год.

Ниже излагается методика расчета годовой производственной программы по ТО парка подвижного состава исходя из годового пробега автомобилей парка, нормативов ресурса и периодичности ТО.

$$L_i = L_i^H * K_1 * K_3, \quad (2.2)$$

где  $L_i^H$  - нормативы пробега между ТО

Таблица 2.2 Периодичность проведения ТО автомобилей

Марка подвижного состава	$K_1$	$K_3$	ТО-1, $L_1$ , км. Нормативная	ТО-2, $L_1$ , км. Скорректировано	ТО-2 Нормативное $L_2$	ТО-2 Скорректировано
Lada Priora	0,9	1,1	4000	4000	16000	16000
ГАЗ 3302	0,9	1,1	4000	4000	16000	16000

Расчет простоя на ТО и Р на 1000 км. Пробега

Продолжительность простоя в ТО и ТР – от модификации подвижного состава и организации его работы ( $K_2$ ):

$$D_{\text{то.р.}} = D_{\text{то.р.н}} * K_2, \quad (2.3.)$$

где  $D_{\text{то.р.н}}$  – норма простоя, дней

Трудоемкость ТО – от модификации подвижного состава ( $K_2$ ) и количества единиц технологически совместимого подвижного состава ( $K_4$ ).

Таблица 2.3 Нормативные данные

Марка подвижного состава	Норма простоя, дней	$K_2$	Прстой в ТО и ТР, Дней
Lada Priora	0,38	1	0,38
ГАЗ 3302	0,48	1	0,48



## 2.2. Расчет коэффициентов технической готовности

Коэффициент технической готовности парка определяется из выражения

$$\alpha_M = \frac{1}{1 + L_{C.C.} \left( \frac{D_{H.TOP} * K_2}{1000} + \frac{D_K}{L_K} \right)}, \quad (2.4)$$

где  $L_{C.C.}$  - средне суточный пробег, км

$D_{то.р.}$  - нормативное количество дней на ТО и Р, дней

$D_K$  - количество дней простоя на К.Р. дней

$L_K$  - расчетный пробег до К.Р, км.

На примере автомобиля газ 3309

В случае, когда КР полнокомплектного подвижного состава не предусматривается,  $\alpha_i$  - рассчитывается по формуле

$$\alpha_i = \frac{1}{1 + l_{cc} * \frac{D_{TOP.TP.}}{1000}}; \quad (2.5)$$

$$\alpha_{газ} = \frac{1}{1 + 90 \left( \frac{0,38 * 1}{1000} + \frac{0}{450000} \right)} = 0,97$$

Определив  $\alpha_T$  по формуле, рассчитывают годовой пробег автомобилей парка, а затем годовую производственную программу по видам ТО. При этом имеется в виду, что при пробеге автомобиля, равном  $L_T$ , последнее очередное ТО 2 не производится. Кроме того, ТО – 1, совпадающее по графику с очередным ТО – 2, входит в него и не учитывается отдельно.

Таблица 2.4 Определение пробега до капитального ремонта

Марка подвижного состава	Средне суточный пробег, Лс.с. км.	$D_K$ , км.	$L_K$ , км	$\alpha_M$
Lada Priora	90	-	450000	0,97
ГАЗ 3302	160	-	300000	0,92

### 2.3. Расчет годового пробега по нормам автомобилей

$$L_{\Gamma} = D_p * L_{C.C.} * \alpha_m * A_U, \quad (2.6)$$

где  $D_p$  – количество дней работы в году

$L_{C.C.}$  – средне – суточный пробег

$\alpha_m$  – коэффициент технической готовности

$A_U$  – количество единиц данного типа

$$L_{\Gamma_{\text{газ}}} = 302 * 90 * 0,97 * 4 = 105458,4$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 Годовой пробег

Марка подвижного состава	$D_p$	$A_U$	$L_{\Gamma}$
Lada Priora	302	4	105458
ГАЗ 3302	302	12	533452

### 2.4. Определение количества видов обслуживания за год

Годовой объем работ по диагностированию определяется исходя из нормативного распределения трудоемкости ТО и ТР по видам работ.

Годовой объем вспомогательных работ принимается равным 20-30 % от общего объема работ по ТО и ТР подвижного состава.

Расчет ЕТО:

$$N_{EO_{\text{газ}}} = L_{\Gamma} / L_{c.c.} = 105458 / 90 = 1171,7 \quad (2.7)$$

Расчет количества ТО – 2 за год

$$N_{2_{\text{газ}}} = L_{\Gamma} / L_2 - 1 = 105458 / 16000 - 1 = 6 \quad (2.8)$$

Расчет количества ТО – 1

$$N_{1_{\text{газ}}} = L_{\Gamma} / L_1 - (N_2 + 1) = 105458 / 4000 - (6 + 1) = 19 \quad (2.9)$$

Расчет количества диагностики Д, №1

$$N_{д1_{\text{газ}}} = 1,1 * N_1 + N_2 = 1,1 * 19 + 6 = 27$$

$$N_{д2_{\text{газ}}} = 1,2 * N_2 = 1,2 * 6 = 7,2$$

Таблица 2.6 Количество видов ТО и ремонтов

Марка подвижного состава	Колич ество машин	К Т.Г.	L <sub>г</sub> ,км.	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>ЕО</sub>	N <sub>д1</sub>	N <sub>д2</sub>
Lada Priora	4	0,94	105458	19	6	1172	27	7
ГАЗ 3302	12	0,9	533452	100	32	3334	142	38

## 2.5. Расчет суточной программы

$$N_{\text{icy}} = \frac{N_{i/\Gamma}}{D_{\text{раб}}}, \quad (2.10)$$

где N<sub>г</sub>- из таблицы

D<sub>раб</sub>- число дней работы в году.

Расчет на примере автомобиля газ 3309

$$N_1^c \frac{19}{302} = 0,06$$

$$N_2^c \frac{6}{302} = 0,01$$

$$N_{\text{еос}}^c \frac{1172}{302} = 3,8$$

$$N_{\text{д1}}^c \frac{27}{302} = 0,08$$

$$N_{\text{д2}}^c \frac{7}{302} = 0,02$$

Аналогично рассчитываем для остальных автомобилей и результаты сводим в таблицу 2.7.

Таблица 2.7. Суточная программа технического обслуживания

Марка подвижного состава	Суточная программа				
	ТО – 1 $N_c^1$	ТО- 2 $N_c^2$	$E_{oc}$	Д -1	Д – 2
Lada Priora	0.06	0.01	3.8	0.08	0.02
ГАЗ 3302	0,3	0,1	11,03	0,5	0,1

## 2.6. Проектирование мероприятий по охране окружающей среды

В настоящее время ведется активная борьба за разумное и рациональное использование природных ресурсов.

Вопросы охраны природы приобретают исключительно важное значение во всем мире, они включены в Международную биологическую программу. Им уделяется внимание со стороны ряда международных организаций.

Основной проблемой охраны природы является оптимизация воздействия общества на природу с целью наиболее эффективного и разностороннего ее использования.

Стремительно развивающаяся индустрия ведет к загрязнению атмосферы нашей планеты. Под атмосферными загрязнениями принимается присутствие в воздухе различных газов, паров, твердых или жидких веществ. Так, например, при работе автомобильных двигателей вредные примеси выделяются в основном через выхлопную трубу, из картера, через клапан топливного бака . Они содержат такие вредные вещества как окись углерода, окислы азота, сернистые газы и т.д. Также загрязнителями являются промышленная пыль. Природа также может загрязняться во время заправки машин и замене масла.

Необходимо контролировать загрязнения, то есть образование, выделение и скопление газообразных, жидких и твердых химических соединений, вибрации, шум, тепловое и световое воздействия и т.д. и

предпринимать мероприятия для снижения вредных воздействий на окружающую среду. Поэтому следует размещать промышленные предприятия вдали от городов и населенных пунктов и отделять санитарно-защитными зонами. Для уменьшения задымления, запыления и отравления газами предприятия располагаются на возвышенных местах, строят очистные сооружения.

Также огромную роль в охране атмосферного воздуха в санитарно - гигиенических и эстетических целях выполняют зеленые насаждения. Они освобождают воздух от содержания углекислого газа и обогащают атмосферу кислородом, очищают воздух от пыли и бактерий, понижают температуру окружающей среды, снижают шум.

Вопросам охраны окружающей среды в рассматриваемом мною хозяйстве уделяется значительное внимание, разрабатывается и проводится система мероприятий посвященных проблемам охраны окружающей среды. Каждый год составляется план мероприятий по защите окружающей среды по соответствующим требованиям.

Вредные фракции используемых электролитов, вредные пары и выделения из участков мастерской, мусор и другие отходы, связанные с охраной природы должны соответствовать требованиям СН245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий, в том числе уровень шума, вибрации рабочих мест (СН 3044-84).

За нарушение закона охраны окружающей среды ответственные лица будут нести ответственность в административной, уголовной, а также в материальной форме.

Разработанная в данном проекте маслозаправочная установка соответствует ГОСТ 17.4.3.06-86. «Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ»

## 2.7 Инструкция по безопасности труда оператора при эксплуатации установки для промывки системы смазки.

Согласно Федеральному Закону №181 «Об основах охраны труда в РФ», а также в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0004.90г. ОСТ460126-86 разрабатываем инструкцию о Безопасности труда при эксплуатации передвижной установки для смазывания и заправки.

### ИНСТРУКЦИЯ

Согласовано:

На заседании

профсоюзного

комитета от 25.01.17

Утверждаю:

директор предприятия

М.П.

Общие требования безопасности.

1. К работе на установке допускаются лица, не ниже слесаря, достигшего 18 лет, знающего устройство, прошедшего инструктаж по технике безопасности, прошедшего медицинский осмотр.
2. Не допускается работа установки без огнетушителя и наличия лопаты.
3. Ответственность за обеспечение пожарной безопасности несет начальник цеха ПТО.

Перед началом работы

1. Одеть спецодежду.
2. Проверить надежность узлов и деталей.
3. Получить наряд на работу.

Во время работы запрещается

1. Оставлять установку без фиксации.

2. Отлучаться и оставлять работающую установку во время работы.
3. Отключать шланги и проводить регулировки.

#### В аварийных ситуациях

1. При пожаре немедленно сообщить в пожарную часть и руководителю хозяйства.
2. При несчастных случаях оказать медицинскую помощь пострадавшему.
3. Самостоятельно приступить к тушению пожара.

#### По окончании работы

1. Отключить агрегат, свернуть все трубопроводы, подготовить установку к транспортировке.
2. Снять спецодежду, выполнить личную гигиену.
3. Сообщить руководству об обнаруженных неисправностях.

#### Ответственность

За нарушение техники безопасности и требованиям производственной санитарии рабочий несет дисциплинарную, материальную и уголовную ответственность.

Разработал; Вильданов Р.Н. \_\_\_\_\_

Согласовано: Специалист по охране труда \_\_\_\_\_

## 2.8 Производственная гимнастика на рабочем месте

Производственная гимнастика — набор элементарных физических упражнений, которые выполняются сотрудниками организации на рабочем месте и включаются в режим рабочего дня с целью повышения работоспособности, укрепления здоровья и предупреждения утомления сотрудников. Комплекс упражнений для производственной гимнастики составляется с учётом особенностей трудового процесса.

Формы выполнения производственной гимнастики могут быть различными: это вводная гимнастика или физкультурная пауза, или физкультурная минутка, или микропауза активного отдыха.

При разработке комплексов упражнений необходимо учитывать:

1) рабочую позу которую сотрудник занимает наибольшее время при выполнении рабочего процесса, а так же положение туловища (согнутое или прямое, свободное или напряженное);

2) рабочие движения могут быть быстрые или медленные, амплитуда движения, их симметричность или асимметричность, однообразие или разнообразие, степень напряженности движений, что важно учитывать при разработке рекомендаций;

3) характер трудовой деятельности (нагрузка на органы чувств, психическая и нервно-мышечная нагрузка, эмоциональная нагрузка, необходимая точность и повторяемость движений, монотонность труда);

4) степень и характер усталости по субъективным показателям (рассеянное внимание, головная боль, ощущение болей в мышцах, раздражительность);

5) возможные отклонения в здоровье, требующие индивидуального подхода при составлении комплексов производственной гимнастики;

6) санитарно-гигиеническое состояние места занятий рекомендуется комплексы проводить на рабочих местах, через определенные постоянные промежутки времени.

Вводная гимнастика - организованное, систематическое выполнение специально подобранных физических упражнений перед началом рабочего дня с целью быстрее адаптации организма. Типичный комплекс вводной гимнастики состоит из 6-8 упражнений, близких к рабочим движениям и оказывающих разностороннее влияние на организм. Продолжительность вводной гимнастики - 5-7 мин.

В комплекс вводной гимнастики обычно включают следующие компоненты:



- разминочная ходьба;
- упражнения на поддержание с глубоким дыханием;
- упражнения для мышц туловища и плечевого пояса (наклоны, повороты туловища с большой амплитудой и активными движениями рук);
- упражнения на растягивание мышц ног, а также упражнения общего воздействия (полу шпагаты, приседания, бег на месте, подскоки);
- упражнения для мышц рук и плечевого пояса (на растягивание и мышечное усилие, для сохранения хорошей осанки);
- упражнения на точность движений и концентрацию внимания.

Кроме того может быть рекомендовано физкультурная пауза - выполнение физических упражнений, составленных с учетом особенностей конкретного вида трудовой деятельности. Физкультурная пауза позволяет предупредить наступающее утомление и обеспечить поддержание определенного уровня работоспособности. Продолжительность физкультурной паузы - не более 5-10 мин.

Комплекс физкультурной паузы составляется, как правило, по индивидуальным рекомендациям врача, у которого наблюдается работник предприятия.

### 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА

#### 3.1 Обоснование конструкции

Согласно ГОСТ-28028-89, профилактические меры по очистке гидросистемы от вредных примесей обеспечивают следующие позитивные изменения:

1. Более, чем в два раза увеличивается срок службы гидронасосов, гидромоторов, клапанов и распределителей.
2. Позволяют увеличить сроки гарантии гидросистем, например, до двух лет, за счет снижения риска поломки гидравлических узлов в гарантийный период. При этом обязательным остается мониторинг чистоты рабочей жидкости и ежегодная принудительная очистка системы смазки.
3. Уменьшают длительность простоя техники в ремонтной зоне.
4. Позволяют ликвидировать затраты на эвакуацию неисправной техники в ремонтную зону.
5. Снижают затраты, вызванные простоем оборудования.

Если масло и гидравлические фильтры менять полностью, то это все равно не позволит очистить гидросистему от вредных примесей, поскольку твердые частицы будут оставаться в клапанах, насосах, моторах и на стенках рукавов высокого давления. Внеся некоторые изменения в систему фильтрации и технологию применения фильтрующих элементов, вполне реально значительно снизить затраты, вызванные простоями оборудования.

Практический опыт эксплуатации показывает, что более 70% отказов приходится на гидравлический привод. В свою очередь из этих семидесяти процентов пятьдесят случается из-за наличия механических примесей в рабочей жидкости. Такой высокий процент обусловлен тем, что работая на

					ВКР 23.03.03.343.18			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Вильданов Р.Н.			Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Матяшин А.В.					1	
Реценз.						Казанский ГАУ		
Н. Контр.								
Утверд.								

загрязненной жидкости, составные части гидропривода интенсивно изнашиваются. Это приводит к снижению производительности технологических машин и увеличению внутренних потерь энергии. Возрастают также и затраты на эксплуатацию.

В том случае, если при эксплуатации гидравлических установок используются серийные фильтры, концентрация механических примесей в рабочей жидкости будет составлять 0,022% по массе. Эта цифра в 4,4 раза больше допустимого значения, приведенного в ГОСТ-17216-71. Частицы размером от 10 до 40 мкм составляют до половины из существующих в рабочей жидкости примесей. Эти размеры в большинстве случаев совпадают с размерами зазоров пар трения сборочных единиц и поэтому являются наиболее опасными, вызывая их износ.

Магистральные фильтры не могут в надлежащей степени обеспечить очистку рабочей жидкости, поэтому необходимо периодически осуществлять промывку гидропривода машин на специальных постах.

Важность тщательной промывки гидроприводов обусловлена наличием их разветвлений, содержанием значительного числа энергонасыщенных элементов прецизионного исполнения, которые являются очень чувствительными к загрязнениям. Если гидросистемы большие, то и интенсивность поступления в них загрязнений значительно выше. В случае работы оборудования в условиях высокой запыленности воздуха частицы пыли оседают на штоках гидроцилиндров и вместе с ними втягиваются в гидропривод. Большая часть продуктов износа оборудования может попадать в гидробак через дренажные трубопроводы, минуя при этом фильтры.

Рассмотрим типовой процесс промывки системы смазки.

Объем жидкости, находящейся в системе, должен быть пропущен через фильтр не менее 150-300 раз. Время промывки:  $t = V / q_v \times 2,5$  до 5 где:  $t$  = время промывки, час  $V$  = объем бака, л  $q_v$  = подача насоса, L/min  
Определяющим для времени промывки является степень загрязненности

жидкости, которая должна постоянно контролироваться с помощью прибора. Компоненты, которые устанавливаются в гидросистему, должны иметь такой же уровень чистоты, как и уровень чистоты, установленный для самой гидросистемы, или выше. Изготовители компонентов должны предоставить информацию, касающуюся уровней чистоты компонентов.

В случае замены рабочей жидкости на такую, которая не смешивается или несовместима с предыдущей, требуется существенно большее время промывки.

В ходе промывки необходимо через короткие промежутки времени проверять фильтр и, при необходимости, менять фильтроэлемент. Прежде чем устанавливать новые детали в случае выхода из строя какого-либо узла или детали, следует тщательно промыть всю систему — в противном случае новые детали прослужат еще меньше, чем старые. Обязательно выделяйте время на промывку системы перед тем, как снова ввести ее в эксплуатацию, — это продлит срок службы оборудования.

Не стоит считать, что фильтр в какой-либо системе машины действует как некая «панацея от всех болезней». Это изделие не предназначено для очистки сильно загрязненных масел, жидкостей и воздуха, содержащих, например, частицы металла, мелкие камешки, песок и многие другие инородные частицы, которые могут попасть в систему. Очень грязное масло, жидкость и воздух так и останутся грязными даже после прохождения через фильтр.

Чтобы надежно очистить систему, ее следует полностью промыть, а масло или жидкость перед заправкой в систему следует идеально отфильтровать через дополнительный внешний фильтр.

Недостатком использования дополнительного выносного фильтра является то, что эта процедура занимает значительное время:

Надежная и длительная эксплуатация насоса и других компонентов системы смазки возможна только при условии обеспечения эффективной фильтрации рабочей жидкости от механических примесей и влаги. Очистка

РЖ должна соответствовать 16/14 классу по нормам ISO 4406 или эквивалентна 9-му классу чистоты по ГОСТ 17216–2001. При этом абсолютная тонкость фильтрации 5 мкм. Для гидроприводов с повышенными требованиями к надежности и долговечности необходима фильтрация РЖ до 14/12 класса по нормам ISO 4406 или эквивалентная 7-му классу чистоты по ГОСТ 17216–2001. Абсолютная тонкость фильтрации 3 мкм.

Высокая степень очистки масла достигается применением уникального так называемого «нефронового» фильтра, который способен задерживать инородные частицы величиной более 1,5 микрон. Использование этого фильтра позволяет продлить срок службы автокрана и сократить затраты на его техническое обслуживание и ремонт. Степень фильтрации в гидросистеме строительных машин Liebherr несколько «скромнее» и составляет 5 микрон. Большинство других производителей используют гидрофильтры со степенью фильтрации 10 микрон (для сравнения, степень фильтрации моторного масла в автомобилях ВАЗ составляет 40 микрон). Система фильтрации гидромасла в строительных машинах Liebherr дополнительно оснащается магнитной штангой для улавливания продуктов износа и тем самым для дополнительной защиты основного гидрофильтра. Так как магнитная штанга легко извлекается из гидрофильтра, то рекомендуется ее вынимать и протирать ветошью с периодичностью хотя бы раз в месяц. При регулярном проведении данной процедуры, по состоянию осадка на магнитной штанге можно судить об интенсивности процессов износа в гидросистеме и делать выводы о целесообразности более ранней замены фильтров и масла. Таким образом обеспечивается увеличение ресурса системы смазки. Замена масла и основного фильтра предусмотрены через каждые 8-15 т,км пробега или в соответствии с результатами лабораторного анализа масла.

Цель работы– разработка установки для высокоэффективной промывки системы смазки. И как уже было сказано выше, главная задача стенда – это обеспечение высокого давления и потока с числом Рейнольдса  $Re > 4000$ , для

					ВКР 23.03.03.343.18	Лист

чего необходимо применять насос большой мощности и произвести необходимые расчёты.

### 3.2 Назначение конструкции

Конструкция предназначена для деликатной и щадящей мойки масляных систем двигателей внутреннего сгорания, как дизельных, так и бензиновых. Причём мойка осуществляется в 2 этапа: предварительная: на незаведённом двигателе, завершающая - на заведённом.

Для работы с конструкцией требуется один оператор. Так же потребуется маслосборное оборудование, для ускорения процесса.

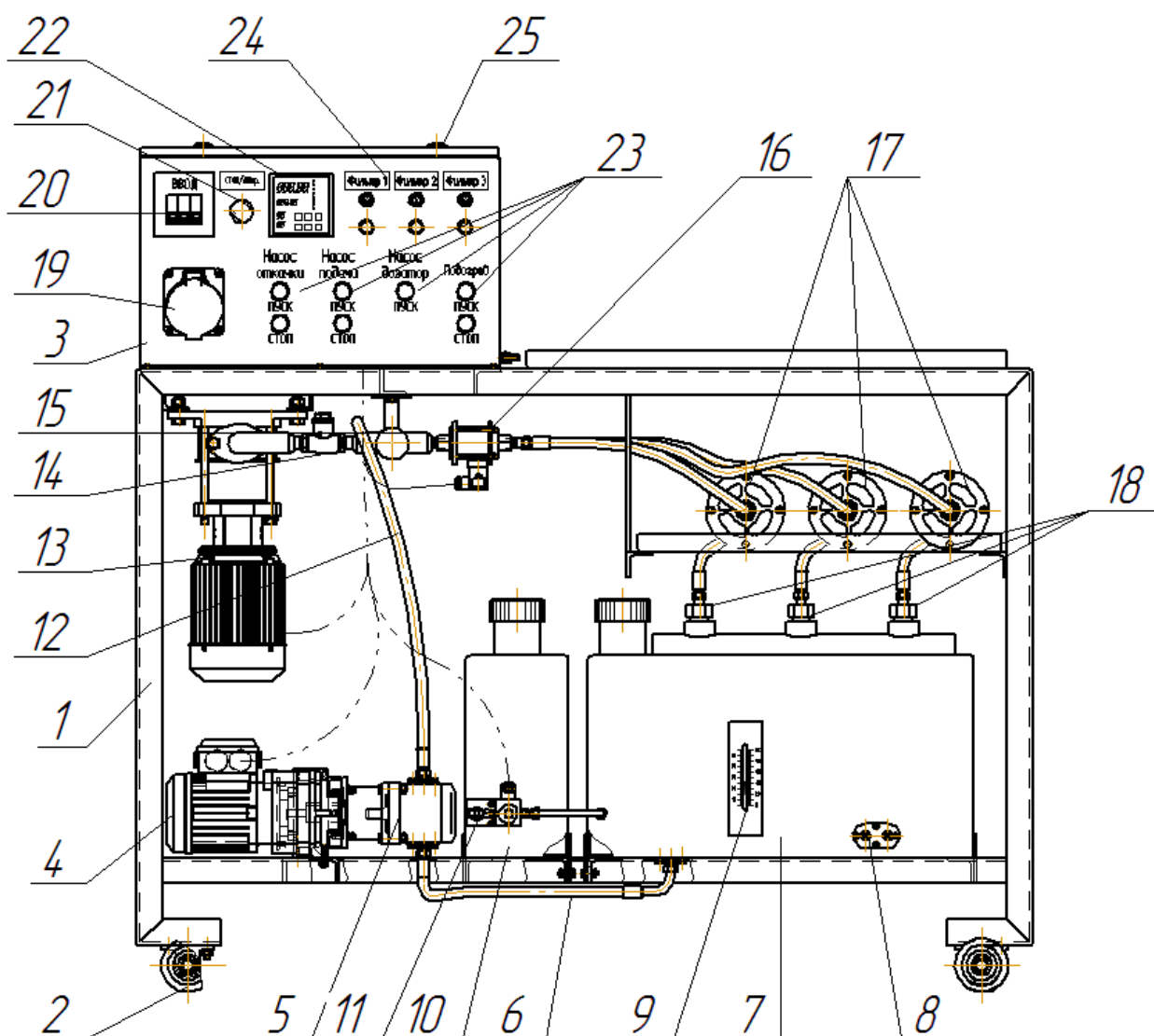
Технические характеристики конструкции приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики конструкции.

Тип установки	передвижная
Потребная мощность, макс., кВт	2,4
Затраты электроэнергии на одну промывку с учётом нагрева масла , кВтч	2,2
Время одной промывки, мин	25
Параметры электросети	
Напряжение, В	380 10%
Частота, Гц	50 5%
Ёмкость бака масла, л	35
Ёмкость бака состава, л	8
Число промывок на одном фильтре, шт	10

### 3.3 Устройство и принцип действия конструкции

Рассмотрим компоновку конструкции (см. рис. 3.1). Конструкция состоит из рамы 1 с 4 колёсами 2, на которых её можно перемещать. При необходимости поворота или разворота, конструкцию легко поднять за край и повернуть по принципу тележки.



1 – рама; 2 – колёса; 3 – блок управления; 4 - мотор-редуктор; 5 – насос шестерёнчатый; 6 – рукав высокого давления; 7 – гидробак; 8 – ТЭН; 9 – термометр; 10 – гидробак раствора; 11 - соленойдный насос; 12 – шланг подачи; 13 – насос откачки; 14 – обратный клапан; 15 – разветвитель; 16 – гидрозамок (клапан); 17 – фильтр; 18 – обратный клапан; 19 – розетка 380 В; 20 – автомат; 21 – кнопка аварийного отключения; 22 – измерительный прибор; 23 - кнопки управления; 24 – кнопки включения клапанов фильтров; 25 – замки крышки.

Рисунок 3.1 – Устройство конструкции.

На раме установлен напорный насосный агрегат состоящий из электродвигателя 4 переходного кронштейна и шестерёнчатого насоса 5, который по шлангу 6 осуществляет забор мала из бака 7. Следует отметить наличие подогревающего мала ТЭНа 8 и контрольного термометра 9. Рядом установлен бак 10 с промывочной присадкой. Дозирование присадки осуществляется насосом 11. Насос 5 подаёт масло под давлением по шлангу

12 в масляную систему двигателя (в магистраль после насоса или же перед радиатором, в редких случаях после центробежного фильтра, в зависимости от типа двигателя).

Насосным агрегатом 13 масло откачивается из картера двигателя и проходя обратный клапан попадает в разветвитель 15. Оттуда поток идёт по одному из 3х путей к одному из фильтров 17. Регулирует закрытие или открытие каналов гидрозамков 16. Их 3 штуки (на каждый фильтр). Это сделано для того, чтобы не прекращая работу с установкой можно было поменять фильтры. из фильтра 17 масло попадает через обратный клапан 18 в бак 7. Обратные клапана 18 нужны для того, чтобы при замене фильтра оно не переливалось и не выходило наружу.

Так же следует отметить, что напорный шланг 12 подключается через проходной манометр (переходник с манометром)

Для максимального раскрытия устройства конструкции рассмотрим содержание блока 3. В его состав входят: разъём 380 (19) В для подключения удлинителя питания, вводной автомат 20, 6 магнитных пускателя для электродвигателей насосов, соленойдного насоса, и трёх клапанов, кнопки 23, провода связей, измеритель ТРМ 138 22. Магнитные пускатели электродвигателей в своём составе имеет тепловое предохранительное реле, для защиты электродвигателя от сверхтоков, а так же кнопки 24 открытия потока к фильтрам 17.

Так же имеется аварийная кнопка 21, останавливающая все электроприводы.

При промывке подбирают переходники, подключают шланги, включают насосы и следя за показаниями манометра на подающей магистрали поворачивают коленчатый вал двигателя. Когда давление с максимального падает до 0,4 МПа – это свидетельствует о совпадении каналов в коленвале и маслоподающих каналов в коренных подшипниках.

После заводят двигатель и продолжают промывку.



Дозирование присадки (одно нажатие на кнопку) следует производить сразу после падения давления на манометре. Дозирующий насос – это соленоидный поршневой механизм. Он подаёт фиксированный объём. При подаче напряжения (нажатии на кнопку) на катушку насоса возникает ЭДС движущая поршень.

Очень простое и эффективное устройство конструкции делает её рациональной для внедрение в любое автопредприятие.

### 3.4 Конструктивные расчёты

#### 3.4.1 Расчёт гидросети

Мощность гидропривода существенно занижена, так как насос НШ15 способен на выходе создавать давление в 10 мПа (при 4 кВт). Нужно нам давление 0,63 мПа. По этому принимаем мощность равной 1,2 кВт. Номинальную подачу принимаем с запасом равной 20 л/мин. Приведём в систему Си. Подача,  $Q_{ном}$ , составит 0,00033 м<sup>3</sup>/с.

Скорость течения жидкости по трубопроводу определяется по формуле:

$$v_{ж} = \frac{Q_{ном}}{S} \quad (3.1)$$

Где  $v_{ж}$  - скорость течения жидкости;

$S$  - сечение трубопровода.

Исходя из конструктивных соображений диаметр трубопровода принимаем  $d_{BH} = 5$  мм ( $S = 3,14 \cdot 0,005^2 = 0,0000785 \text{ м}^2$ ). Подставив значения в формулу 3.1 получим:

$$v_{\text{ж}} = \frac{0,00033}{0,0000785} = 4,2 \text{ м / с.}$$

Для нагнетательного трубопровода выбираем РВД. Определяем максимальное рабочее давление по формуле (10.36) на стр. 194 [5]:

$$p_{\text{max}} = (1,1 \dots 1,5) p_{\text{ном}} \quad (3.2)$$

$$p_{\text{max}} = (1,1 \dots 1,5) \cdot 0,63 = 0,693 \dots 0,945 \text{ МПа.}$$

Принимаем  $p_{\text{max}} = 9 \text{ МПа}$ , а допустимое напряжение на разрыв  $[\sigma]_p = 80 \text{ МПа}$ .

Толщина стенки трубы определяется по формуле:

$$\delta_T = p_{\text{max}} d_{\text{BH}} / (2[\sigma]_p) \quad (3.3)$$

$$\delta_T = 9 \cdot 10^6 \cdot 0,01 / (2 \cdot 80 \cdot 10^6) = 0,00056 \text{ м} \approx 0,5 \text{ мм.}$$

Округляем полученное значение до большего ближайшего из ряда размеров для стенок РВД  $\delta_T = 3 \text{ мм} = 0,003 \text{ м}$ .

Наружный диаметр нагнетательного трубопровода определяется по формуле:

$$d_H = d_{\text{BH}} + 2\delta_T \quad (3.4)$$

$$d_H = 0,01 + 2 \cdot 0,003 = 0,016 \text{ м.}$$

Для фильтра выбираем сетку ФП № 0045, у которой  $k = 2,27 \text{ дм}^3 / \text{см}^3$ . Принимаем перепад давлений на фильтре  $\Delta p_{\text{ф}} = 0,01 \text{ МПа}$ .

Динамическая вязкость определяется по формуле:

$$\mu = \nu \rho, \quad (3.5)$$

где  $\nu_{и20} = 82 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ , табличное значение;

$\rho$  – плотность масла,  $\rho_{и20} = 890 \text{ кг/м}^3$ .

Подставив значения получим:

$$\mu = 89082 \cdot 10^{-6} = 0,07$$

Площадь фильтрующей сетки при вязкости масла, соответствующей средней температуре окружающей среды  $20^\circ\text{C}$ , рассчитываем по формуле:

$$S_{\Phi} = 60Q_{\text{ном}}\mu / (k\Delta p_{\Phi}) \quad (3.6)$$

где  $k$  – удельная пропускная способность фильтров,  $k = 2,27 \text{ дм}^3/\text{см}^3$ ;

$\Delta p_{\Phi}$  – перепад давления на фильтре (стр. 187 [5]),  $\Delta p_{\Phi} = 0,01 \text{ мПа}$ .

$$S_{\Phi} = \frac{60 \cdot 0,00033 \cdot 0,07}{2,27 \cdot 0,01} = 0,61 \text{ см}^2$$

Принимаем  $S_{\Phi} = 61 \text{ см}^2$ .

Вместимость масляного бака определяем по выражению:

$$V = 12 \cdot Q_{\text{ном}} \quad (3.7)$$

$$V = 12 \cdot 0,00016 = 0,00243 \text{ м}^3 = 25 \text{ дм}^3.$$

Расчётное значение предназначено для рабочих машин, принимаем  $V = 40 \text{ дм}^3 = 40 \text{ литров}$ .

					ВКР 23.03.03.343.18	Лист

Путевые потери давления на прямолинейных участках нагнетательного трубопровода вычисляем при оптимальной температуре гидросистемы 90°C.

Число Рейнольдса определяется по формуле (10.46) на стр. 195 [5]:

$$\text{Re} = v_{\text{ж}} d_{\text{BH}} \nu \quad (3.8)$$

$$\text{Re} = 4,2 \cdot 0,01 / (82 \cdot 10^{-6}) = 512,$$

Полученное значение Re меньше критического, следовательно, режим ламинарный и коэффициент гидравлического сопротивления  $\lambda = 75 / \text{Re} = 75 / 512 = 0,15$ .

Длину нагнетательного трубопровода принимаем в соответствии с конструкцией стенда (по чертежам):

$$L_{\text{H}} = 1,16 \text{ м.}$$

Тогда потери давления будут составлять по формуле:

$$\Delta p_{\text{п.н}} = \lambda L_{\text{H}} v_{\text{ж}} \rho / (2 d_{\text{BH}}) \quad (3.9)$$

где  $\rho$  - плотность масла,  $\rho = 890 \text{ кг/м}^3$ .

$$\Delta p_{\text{п.н}} = 0,15 \cdot 1,16 \cdot 4,2^2 \cdot 890 / (2 \cdot 0,01) = 0,136 \text{ МПа,}$$

Местные потери давления в нагнетательном трубопроводе определяется по формуле:

$$\Delta p_{\text{м.н}} = v_{\text{ж}}^2 \rho \Sigma \xi_{\text{H}} / 2 \quad (3.10)$$

Суммарное значение коэффициента местных сопротивлений определяем, исходя из конструкции и размеров стенда: для штуцера (14 ед.)  $\xi = 0,1$ ; плавного изгиба трубопровода с углом поворота  $\alpha = 90^\circ$  и радиусом  $R = 40$  мм (8 ед.)  $\xi = 0,23$ ; плавного изгиба трубопровода (1 ед.)  $\xi = 2$ .

Тогда:

$$\Sigma \xi = 0,13 + 0,23 \cdot 2 + 2 = 5,76.$$

$$\Delta p_{\text{м.н}} = 4,2^2 \cdot 890 \cdot 5,76 / 2 = 0,045 \text{ МПа}$$

Принимаем: для обратного клапана  $\xi_{\text{р.м}} = 4$ . Тогда потери давления в гидроагрегатах нагнетательного трубопровода составят по формуле:

$$\Sigma \Delta p_{\text{ГА}} = v_{\text{ж}}^2 \rho \xi_{\text{р.м}} / 2 \quad (3.11)$$

$$\Sigma \Delta p_{\text{ГА}} = 4,2^2 \cdot 890 \cdot 4 / 2 = 0,005 \text{ МПа}.$$

Суммарные потери давления в гидросистеме определяется по формуле:

$$\Delta p = \Sigma \Delta p_{\text{л}} + \Sigma \Delta p_{\text{м}} + \Sigma \Delta p_{\text{ГА}} \quad (3.12)$$

$$\Delta p = 0,136 + 0,045 + 0,005 = 0,186 \text{ МПа},$$

что составляет 2,9% и находится в допустимых пределах для стендового оборудования.

### 3.4.2 Расчёт шпоночного соединения

Поверочный расчет шпоночных соединений производят на смятие, поскольку напряжение среза для стандартных шпонок менее опасно [ ].

Для призматической шпонки:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2M}{d \cdot F_{\text{см}}} = \frac{2M}{d(h - t_1)l_p} \leq [\sigma_{\text{см}}], \quad (3.13)$$

где  $M$  — передаваемый вращающий момент электродвигателя, Н·мм;

$d$  — диаметр вала в месте установки шпонки, мм;

$F_{\text{см}} = (h - t_1)l_p$  — площадь смятия;

$l_p$  — рабочая длина шпонки; для шпонки с плоскими торцами  $l_p = l$ , мм;

$l$  — длина шпонки, мм;

$b$  — ширина шпонки, мм;

$t_1$  — глубина паза вала, мм;

$h$  — высота шпонки, мм;

$\sigma_{\text{см}}, [\sigma_{\text{см}}]$  — расчетное и допускаемое напряжения смятия;

$[\sigma_{\text{см}}] = 60 \text{ Н/мм}^2$  (стр 54, [3]).

Тогда:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2 \cdot 18000}{25 \cdot (5 - 2,5) \cdot 30} = 22,5 \leq 60, \quad (3.14)$$

Условие (3.12) выполняется.

### 3.4.3 Расчёт ТЭНа

Методика выбора трубчатых электронагревателей сводится к проверке удельной поверхностной нагрузки выбранного ТЭНа (не должна превышать максимально допустимую для той или иной среды). Данный расчёт составлен при помощи обзора сети Интернет, основных законов электродинамики.

Удельная ваттная нагрузка ТЭНа определяется по формуле:

$$Q = \frac{P}{3,14(L - L_k \cdot 2) d} < [Q], \quad (3.15)$$

где Q - удельная нагрузка [Вт/см<sup>2</sup>];  
P - мощность ТЭНа [Вт];  
L - развернутая длина ТЭНа [см];  
L<sub>k</sub> - длина контактного стержня в заделке [см];  
d - диаметр оболочки ТЭНа [см];  
[Q] - допустимая удельная поверхностная нагрузка [Вт/см<sup>2</sup>].

$$Q = \frac{15000}{3,14 \cdot (40 - 2 \cdot 2) \cdot 4} = 33,17 \text{ Вт / см}^2 < [42].$$

Сопротивление ТЭНа определяется по формуле:

$$R = \frac{U^2}{P}, \quad (3.16)$$

где R - сопротивление [Ом];  
U<sup>2</sup> - напряжение в квадрате [В];  
P - мощность [Вт]).

$$R = \frac{380^2}{15000} = 9,62 \text{ Ом}.$$

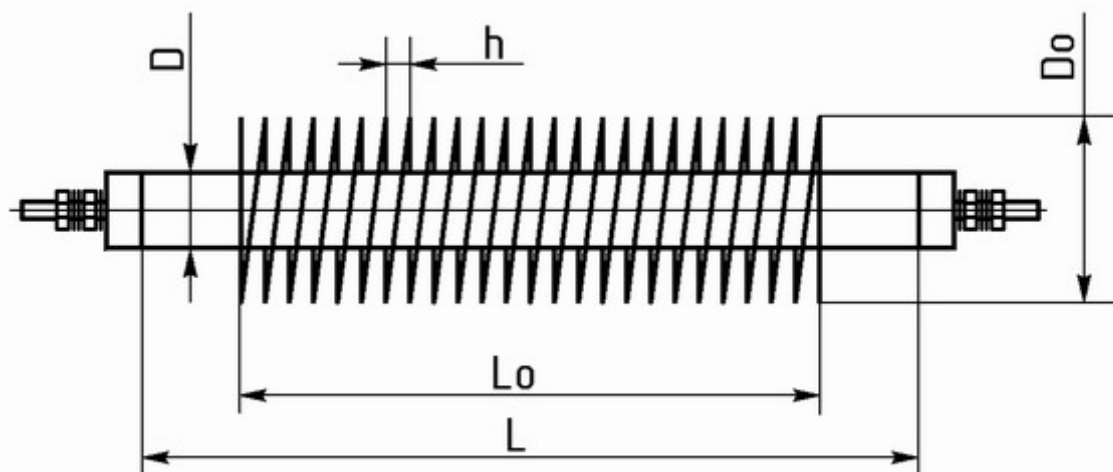


Рис. 3.2 - Схематический рисунок ТЭНа.

Таблица 3.2 – Подобранные характеристики ТЭНа

№ п/п	Наименование	Обозна- чение	Размер- ность	Значение
1.	Длина	L	см	40
2.	Диаметр стержня	D (d)	см	2
3.	Диаметр рёбер	D <sub>0</sub>	см	5
4.	Шаг рёбер	h	см	1
5.	Удельная поверхностная нагрузка	Q	Вт/см <sup>2</sup>	35
6.	Сопротивление	R	Ом	10



### 3.6 Экономическое обоснование конструкции

#### 3.6.1 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции:

$$G = ( G_k + G_r ) \cdot K \quad (3.14)$$

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 ( $K=1,05\dots1,15$ ).

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Расчёт массы сконструированных деталей

№ п п	Наименование деталей.	Объём деталей, см <sup>3</sup> .	Удельн й вес, кг/дм <sup>3</sup>	Масса одной детали, кг.	Количество о деталей.	Общая масса деталей , кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Рама	15,31	0,78	12	1	12
2	Блок гидравлики	10,20	0,78	8	1	8
3	Гидробак	3,19	0,78	2,5	1	2,5
4	Подставка	1,91	0,78	1,5	1	1,5
5	Кронштейн	0,19	0,78	0,15	4	0,6
6	Узел подшипниковый	3,19	0,78	2,5	1	2,5

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7
7	Подставка	1,28	0,78	1	2	2
8	Планка	0,32	0,78	0,25	1	0,25
9	Колесо	0,29	0,35	0,1	4	0,4
10	Втулка	0,01	0,78	0,01	4	0,04
11	Переходник	0,27	0,78	0,2 15	1	0,215
Итого:						30,005

Масса покупных деталей и цены на них представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Масса покупных деталей и цены

№ пп	Наименование деталей	Количество	Масса, кг		Цены, руб	
			Одной	Всего	Одной	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Болты (компл.)	44	0,02	0,88	3,5	154
2	Подшипники	4	0,1	0,4	250	1000
3	Шпонки	6	0,018	0,108	20	120
4	Муфта	1	3,5	3,5	550	550
4	Муфта предохран.	1	5	5	3800	3800
4	Шланги	7	0,5	3,5	1200	8400
4	Электродвигатель	1	8,5	8,5	12800	12800
4	Насос	1	4	4	15000	15000
4	Распределители	3	0,25	0,75	650	1950
5	Гидравлика (ком)	1	2	2	8000	8000
6	Электрика (компл.)	1	0,5	0,5	4500	4500
Итого:			29,138		56274	


ВКР 23.03.03.343.18

Лист

Определим массу конструкции по формуле 6.1, подставив значения из таблиц 3.3 и 3.4:

$$(30,01 + 29,14) \cdot 1,15 = 68,01 \text{ кг}$$

Определение балансовой стоимости:

$$C_{\text{б}} = [G_{\text{к}} \cdot (C_{\text{з}} \cdot E + C_{\text{м}}) + C_{\text{пд}}] \cdot K_{\text{нац}} \quad (3.15)$$

где  $G_{\text{к}}$  – масса конструкции без покупных деталей и узлов, кг;

$C_{\text{з}}$  – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб. ( $C_{\text{з}}=0,02\dots0,15$ );

$E$  – коэффициент измерения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска (так как конструкция является штучным производством, принимаем  $E=1,5$ );

$C_{\text{м}}$  – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг. ( $C_{\text{м}}=0,68\dots0,95$ );

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

$K_{\text{нац}}$  – коэффициент, учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости ( $K_{\text{нац}} = 1,15\dots1,4$ ).

$$C_{\text{б}}=(30,01 \cdot (90,00 \cdot 1,50+50,50)+56274,00) \cdot 1,20=74207,91 \text{руб.}$$

3.6.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Приведём исходные данные (см. таблицу 3.5)

					ВКР 23.03.03.343.18	Лист

Таблица 3.5 - Исходные данные конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
1	2	3
Масса конструкции, кг	68,01	75
Балансовая стоимость, руб.	74207,91	95000
Потребная мощность, в пересчёте на 1 ТО, кВт	7,5	8
Часовая производительность, ед/ч	1,25	0,5
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	III	III
Тарифная ставка, руб./ч.	250	250
Норма амортизации, %	14	14
Норма затрат на ремонт ТО, %	15	15
Годовая загрузка конструкции, ч	1200	1200

Энергоемкость процесса:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_z} \quad (3.15)$$

где  $N_e$  – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

$W_z$  – часовая производительность конструкции; ед./ч.

Подставив значения в формулу (6.3) получим:

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{8}{0,5} = 16,00 \quad \text{кВт}\cdot\text{ч/ед}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{7,5}{1,25} = 6,00 \quad \text{кВт}\cdot\text{ч/ед}$$


Металлоемкость процесса:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}} \quad (3.16)$$

где  $G$  – масса конструкции, кг;

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

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

$$M_{e0} = \frac{75,00}{0,5 \cdot 1200} = 0,025 \text{ кг/ед.}$$

$$M_{e1} = \frac{68,01}{1,25 \cdot 1200} = 0,0091 \text{ кг/ед.}$$

Фондоёмкость процесса:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.17)$$

где  $C_6$  – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{95000}{0,5 \cdot 1200} = 158,33 \text{ руб/ед.}$$

$$F_{e1} = \frac{74207,91}{1,25 \cdot 1200} = 49,472 \text{ руб/ед.}$$

Трудоёмкость процесса:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z} \quad (3.18)$$


где  $n_p$  – количество рабочих, чел.

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

$$T_{e1} = \frac{1}{1,25} = 0,8 \text{ чел ч/ед}$$

Себестоимость работы:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (3.19)$$

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

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

$C_{\text{э}}$  – затраты на электроэнергию, руб/ед;

$A$  – амортизационные отчисления, руб/ед.

Затраты на заработную плату:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_e \quad (3.20)$$

где  $Z$  - часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{\text{зп0}} = 250 \cdot 2 = 500,00 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{зп1}} = 250 \cdot 0,8 = 200,00 \text{ руб./ед}$$

Затраты на электроэнергию:

$$C_{\text{э}} = \Pi_{\text{э}} \cdot \Delta_e \quad (3.21)$$

где  $\Pi_{\text{э}}$  - комплексная цена за электроэнергию, руб/кВт.

$$C_{э0} = 3,8 \cdot 16,00 = 60,80 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{э1} = 3,8 \cdot 6,00 = 22,80 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание:

$$C_{рто} = \frac{C_{б} \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_{ч} \cdot T_{год}} \quad (3.22)$$

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

Полученные значения подставим в формулу 3.22:

$$C_{рто0} = \frac{95000 \cdot 15}{100 \cdot 0,5 \cdot 1200} = 23,75 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{рто1} = \frac{74207,91 \cdot 15}{100 \cdot 1,25 \cdot 1200} = 7,42079 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизационные отчисления:

$$A = \frac{C_{б} \cdot a}{100 \cdot W_{ч} \cdot T_{год}} \quad (3.23)$$

где  $a$  - норма амортизации, %.

$$A_0 = \frac{95000 \cdot 14}{100 \cdot 0,5 \cdot 1200} = 22,1667 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{74207,91 \cdot 14}{100 \cdot 1,25 \cdot 1200} = 6,92607 \text{ руб./ед.}$$

Полученные значения подставим в формулу 3.19:

$$S_0 = 500,00 + 60,80 + 23,75 + 22,167 = 606,72 \text{ руб./ед.}$$

$$S_1 = 200,00 + 22,80 + 7,4208 + 6,9261 = 237,15 \text{ руб./ед.}$$

Приведённые затраты:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k \quad (3.24)$$

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

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

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

$$C_{\text{прив}0} = 606,72 + 0,1 \cdot 158,33 = 622,55 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 237,15 + 0,1 \cdot 49,472 = 242,094 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.25)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (606,72 - 237,15) \cdot 1,3 \cdot 1200 = 554354,71 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.26)$$

$$E_{\text{год}} = (622,55 - 242,09) \cdot 1,3 \cdot 1200 = 570683,91 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{бл}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.27)$$



$$T_{\text{ок}} = \frac{74207,91}{554354,71} = 0,1339 \quad \text{лет}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\Delta_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} \quad (3.28)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{554354,71}{74207,91} = 7,4703$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	2	3	4	5
1	Часовая производительность, ед/ч	0,5	1,25	250
2	Фондоёмкость процесса, руб./ед	158,3333	49,4719	31
3	Энергоёмкость процесса, кВт./ед.	16,0000	6,0000	38
4	Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0,0250	0,0091	36
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/ед.	2,0000	0,8000	40

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3	4	5
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	606,72	237,15	39
7	Уровень приведённых затрат, руб./ед.	622,55	242,09	39
8	Годовая экономия, руб./ед.	554354,71		
9	Годовой экономический эффект, руб.	570683,91		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	0,13		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	7,47		

Из таблицы 3.6 можно сделать следующие выводы:

- конструкция экономически эффективная, потому что её окупаемости равен: 0,13 года;
- коэффициент эффективности капитальный вложений равен: 7,47.

Применение конструкции более чем рационально, так как при общем повышении производительности процесса и снижении затрат, есть факторы, которые не возможно учесть данным расчётом: удобство использования, безопасность проведения работ, эргономика конструкции, из-за которой работники меньше устают. Всё это является дополнительным фактором повышения реальной производительности работ.

## ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В данной выпускной квалификационной работе разработан агрегат для промывки системы смазки двигателя. Учитывая важность вопроса увеличения межремонтного срока автомобиля, вопросу поддержания работоспособного состояния машин должно уделяться больше внимание

В связи с этим применение нового более производительного оборудования позволит увеличить производительность труда, уменьшить себестоимость ТО, а дополнительные средства вложенные в изготовление устройства окупятся менее чем за 1 год.

В данной работе разработан новый агрегат для проведения операций по техническому обслуживанию техники. Он отличается от существующих аналогов меньшей себестоимостью, трудоемкостью. Внедрение нового устройства дает годовую экономию в размере 554354,71 рубля.

Исходя из вышеуказанного на предприятиях рекомендуется следующее:

- 1.Внедрить агрегат для проведения операций технического обслуживания.
- 2.Внедрить предусмотренные в работе мероприятия по безопасности труда и технике безопасности.
- 3.Внедрить мероприятия по охране окружающей среды на предприятии.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автосервис: станции технического обслуживания автомобилей: Учебник / И.Э. Грибут, В.М. Артюшенко и др.; Под ред. В.С. Шуплякова. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2008. - 480 с..
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя в 3-х томах. Издание 8.- Москва: Машиностроение, 1980. -Т.1-920 с.; Т.2- 912 с.; Т.3- 864 с.
3. Дорожно-строительные материалы и изделия: Учебно-методическое пособие / Я.Н. Ковалев, С.Е. Кравченко, В.К. Шумчик. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 630 с.
4. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие.- Казань: РИЦ Школа, 2004.- 144 с.
5. Мухаметгалиев Ф.Н. Организация и планирование производства на предприятиях АПК (справочно-нормативные материалы), 2-е издание, дополненное и переработанное.- Казань: Изд-во Дом Печати, 2004.- 292 с.
6. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей: Учебное пособие/Н.А.Коваленко - М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2016. - 229 с.:
7. Патрин, А.В. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Электронный ресурс] : курс лекций / А.В. Патрин; Новосиб. гос. аграр. ун-т, Инженер. ин-т. – Новосибирск: Золотой колос, 2014. – 118 с
8. Покрытия различного назначения для металлических материалов: Учебное пособие / А.А.Ильин, Г.Б.Строганов, С.В.Скворцова - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 144 с.
9. Сельскохозяйственная техника [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. Н.Я. Козловская. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. – 148 с
10. Северный А.Э. Руководство по хранению и противокоррозионной защите сельскохозяйственной техники. – ГОСНИТИ, 1988г.-128с.

11. Семейкин В.А. Эффективность технического обслуживания машинно-тракторного парка и автомобилей.- Москва: Россельхозиздат, 1987.- 175 с.
12. Сюткин А.М. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов на факультете механизации сельского хозяйства.- Казань: КГСХА, 1995.- 48 с.
13. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта. Введение в специальность: Учеб. пособие / И.С. Туревский. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2009. - 192 с.
14. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта. Введение в специальность: Учеб. пособие / И.С. Туревский. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2009. - 192 с.
15. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебное пособие / Л.И.Епифанов, Е.А.Епифанова. - 2 изд., перераб. и доп. -М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М,2013 - 352 с.
16. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: Учебное пособие / И.С. Иванов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 224 с.
17. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебное пособие / Л.И.Епифанов, Е.А.Епифанова. - 2 изд., перераб. и доп. -М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М,2013 - 352 с.
18. Технология ремонта машин : учеб. пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 222 с.
19. Технология обслуживания и эксплуатации автотранспорта: Учебное пособие / В.М. Круглик, Н.Г. Сычев. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 260 с.
20. Третьяков, В.Н. Справочник инженера по охране труда [Электронный ресурс] / В.Н. Третьяков, К.И. Манаков, Н.В. Уваров. - М.: Инфра-Инженерия, 2007. - 736 с.
21. Фере Н.Э. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка.- Москва: Колос, 1980.- 256 с.

22. Шевченко А.И., Софронов П.И. Справочник слесаря по ремонту тракторов.- Ленинград: Машиностроение, 1989.- 512 с.

23. Эксплуатация сельскохозяйственной техники. Практикум: Учебное пособие / А.В.Новиков, И.Н.Шило и др.; Под ред. А.В.Новикова - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 176 с.

СПЕЦИФИКАЦИИ