**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление: 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль: «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования»

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

# ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

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

Тема: «Проектирование пункта технического обслуживания автомобилей с разработкой стенда для ремонта карданных передач»

Шифр 23.03.03.246.21.СКП.00.00.00 ПЗ

Студент группы Б272-08у _____ Сунгатуллин Тимербулат Ильдарович

Руководитель доцент _____ Гималтдинов И.Х.
подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 10 от «09» 03 2021г. )

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

Казань – 2021 г.

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

Направление: 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль: «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/_____/

«_____»_____ 2021 г.

# ЗАДАНИЕ

## на выпускную квалификационную работу

Студенту Сунгатуллину Т.И.

Тема ВКР «Проектирование пункта технического обслуживания автомобилей с разработкой стенда для ремонта карданных передач»
утверждена приказом по вузу от « ____ » _____ 2021 г. № ____

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____

3. Исходные данные: нормативно справочная литература, технологические карты, количество объектов ремонта, результаты замеров износов деталей.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ состояния вопроса
2. Проектирование пункта ТО
3. Проектирование технологического процесса восстановления
4. Конструкторская разработка
5. Мероприятия по безопасности жизнедеятельности
6. Технико-экономическое обоснование конструкции

5. Перечень графических материалов

1. План участка
2. Ремонтный чертеж
3. Технологические карты на восстановление
4. Сборочный чертеж устройства
5. Рабочие чертежи деталей

6. Консультанты по ВКР

| Раздел | Консультант |
|---|---|
| Безопасность жизнедеятельности | |
| Экономическое обоснование | |
| Конструктивная часть | |
| | |
| | |

7. Дата выдачи задания «___» _____2021 г.

# КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| № п/п | Наименование этапов выполнения ВКР | Срок выполнения | Примечание |
|---|---|---|---|
| 1 | Анализ устройства и условий работы | | |
| 2 | Технологическая часть | | |
| 3 | Конструктивная часть | | |

Студент-дипломник_____ (_____)

Руководитель ВКР _____ (_____)

# АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Сунгатуллина Т.И. выполненную на тему «Проектирование пункта технического обслуживания автомобилей с разработкой стенда для ремонта карданных передач».

Пояснительная записка выпускной квалификационной работы включает в себя __ листов напечатанного текста. Графически выпускная квалификационная работа отражена на __ листах формата А1. Пояснительная записка выпускной квалификационной работы включает в себя __ рисунков, ___ таблиц. Библиографический список состоит из __ наименований.

Состав текстовых документов выпускной квалификационной работы: пояснительная записка, включающая введение, 3 раздела, заключение и библиографический список; приложение и спецификация.

В первом разделе проводится анализ существующих конструкций стендов для ремонта и обслуживания карданных валов.

Во втором разделе показаны результаты проектирования участка для технического обслуживания и технологического процесса восстановления детали. Проанализировав существующие способы восстановления упрочнения изношенных деталей, выбран рациональный способ восстановления карданного вала, выполнен ремонтный чертеж и заполнены технологические карты на восстановление.

В третьем разделе представлены результаты разработки конструкции стенда для ремонта и обслуживания карданных передач грузовых автомобилей. Описана работа приспособления, выполнены инженерные расчеты конструкции. Разработаны мероприятия по безопасной эксплуатации конструкции. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения приспособления.

# ANNOTATION

For the final qualifying work Sungatullina T.I. carried out on the theme "Design of a car maintenance point with the development of a stand for the repair of cardan transmissions".

The explanatory note of the final qualifying work includes __ sheets of printed text. Graphically, the final qualifying work is reflected on __ sheets of A1 format. The explanatory note of the final qualifying work includes __ figures, ___ tables. The bibliographic list consists of __ titles.

The composition of the text documents of the final qualifying work: an explanatory note, including an introduction, 3 sections, a conclusion and a bibliographic list; application and specification.

The first section analyzes the existing structures of stands for the repair and maintenance of cardan shafts.

The second section shows the results of the design of the maintenance area and the part restoration workflow. After analyzing the existing methods for restoring the hardening of worn parts, a rational method for restoring the propeller shaft was selected, a repair drawing was made, and technological maps for restoration were filled in.

In the third section, the results of the development of the design of the stand for the repair and maintenance of cardan drives of trucks are presented. The work of the device is described, engineering calculations of the structure are performed. Measures for the safe operation of the structure have been developed. An instruction for safe work with the device has been developed. The feasibility study of the expediency of using the device is given.

ОГЛАВЛЕНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ..... _
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА..... _
1.1 Анализ существующих стендов для технического обслуживания и ремонта карданных передач грузовых автомобилей..... _
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ..... _
2.1Определение нормативов технической эксплуатации автомобилей ..... _
2.1.1 Расчет показателей использования автомобилей ..... _
2.1.2 Определение показателей технологически совместимых групп автомобилей АТП ..... _
2.1.3 Обоснование режима работы автомобилей и подразделений..... _
2.2 Расчет количества технических обслуживаний автомобилей…….. _
2.3 Расчет трудоемкости работ по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава ..... _
2.4 Распределение ремонтно-обслуживающих работ по зонам и участкам ……..…_
2.5 Расчет численности производственных и вспомогательных рабочих .... _
2.6 Расчет количества постов ТО……... _
2.7 Расчет и подбор оборудования для зоны технического обслуживания _
2.8 Расчет производственных площадей зон и участков……..._
2.9 Планировка зоны ТО подвижного состава ..... _
2.10 Проектирование технологического процесса восстановления ..... _
2.10.1 Описание устройства, анализ причин потери работоспособности..... _
2.10.2 Разработка структурной схемы разборки..... _
2.10.3 Разработка карты дефектаци ……... ……..…… ….. _
2.10.4 Выбор рационального способа восстановления..... _
2.10.5 Расчет и выбор параметров и режимов нанесения покрытия на деталь..... _

2.10.6 Определение норм времени выполнения операций ..... _
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ РЕМОНТА КАРДАННЫХ ПЕРЕДАЧ ……..……_
3.1 Описание конструкторской разработки..... _
3.2 Техническая характеристика..... _
3.3 Принцип работы стенда..... _
3.4 Расчет основных конструктивных элементов предлагаемого стенда ..... _
3.4.1 Выбор электродвигателя ..... _
3.4.2 Кинематический расчет привода..... _
3.4.3 Силовой расчет привода..... _
3.4.4 Расчет плоскоременной передачи ..... _
3.5 Мероприятия по безопасности жизнедеятельности ..... _
3.6 Физическая культура на производстве ..... _
3.7 Экономическое обоснование конструкции ..... _
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ..... _
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ..... _
ПРИЛОЖЕНИЯ..... _
СПЕЦИФИКАЦИИ..... _

# ВВЕДЕНИЕ

Трансмиссия является наиболее сложной составной частью машин, так как ее параметры определяют экономическую эффективность и надежность машины в целом. В транспортных и технологических машинах (ТТМ) широко применяется механическая трансмиссия, наименее долговечным агрегатом, которой является карданная передача с шарнирами неравных угловых скоростей.

Работоспособность карданных передач ТТМ в эксплуатации можно поддержать профилактическими обслуживающими или восстановить ремонтными мероприятиями, что подтверждено исследованиями ученых и производственников. Однако описанные мероприятия характеризуются однократным обслуживающим или ремонтными воздействиями, что в настоящее время уже не дает эффекта повышения послеремонтного ресурса изделия до 100 %.

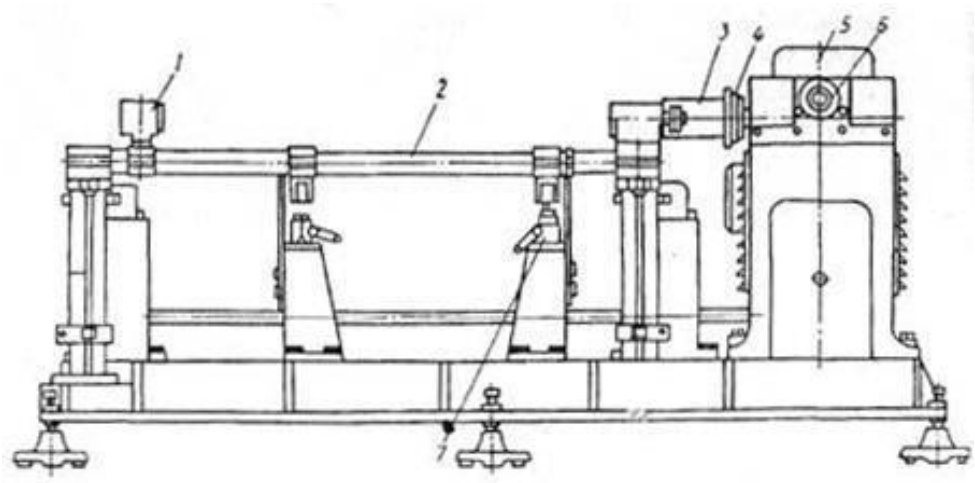
В этой связи актуализируются технологические процессы, характеризующиеся комбинацией обслуживающих и ремонтных воздействий, обеспечивающие повышение ресурса карданных передач до уровня нового изделия. Настоящий дипломный проект посвящен актуально теме - разработке технологии ремонта карданной передачи грузовых автомобилей. В выпускной квалификационной работе рассмотрены и решены следующие задачи:

- анализ дефектов и способов ремонта карданной передачи;
- разработка технологии восстановления вала кардана;
- проектирование стенда для ремонта и обслуживания;
- обеспечение безопасности и экологичности производства;
- технико-экономическое обоснование разработок.

# 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

## 1.1 Анализ существующих стендов для технического обслуживания и ремонта карданных передач грузовых автомобилей

После сборки карданную передачу подвергают динамической балансировке, которую выполняют на балансировочном станке (рис. 1.1). Допустимый дисбаланс в любом угловом положении вала - не более 220 г на см. Дисбаланс устраняется приваркой не более трех пластин на каждом конце трубы. Балансировочный станок состоит из плиты с укрепленными на ней четырьмя пружинными стойками, на концах которой закреплена качающаяся рама 2. На поперечинах рамы установлены задняя бабка 1 и передняя ведущая балка 3 для крепления карданной передачи. На плите укреплены также две вертикальные трубы, связанные с рамой пластинами. В трубы заливают масло для амортизации колебаний рамы при вращении неуравновешенной карданной передачи. Фасонный хомут, зажимающий пружинные стойки и трубы, служит для изменения амплитуды качания рамы при наладке станка. Для определения того, какой конец карданного вала вибрирует больше, на плите установлены две стойки с выдвижными запорами рамы.




1 - задняя бабка; 2 - качающаяся рама; 3 - передняя ведущая балка; 4 - лимб; 5 - милливольтметр; б - выпрямитель; 7 – фиксатор.

Рисунок 1.1 - Станок для балансировки карданных валов

При закрытом запоре качающаяся рама жестко связана в том конце, где запор закрыт, тогда как другой ее конец колеблется в горизонтальной плоскости. На плите закреплены электродатчики, соединенные штоками с качающейся рамой. При колебании рамы вследствие дисбаланса в датчиках возникает электродвижущая сила. Ток выпрямляется системой латунных колец и полуколец и снимается медно-графитными щетками, соединенными с милливольтметром. При наличии колебаний рамы стрелка прибора отклоняется от нулевого положения.

Наибольшее отклонение стрелки прибора будет в момент прохождения «тяжелого места» вала через горизонтальную плоскость. При балансировке конец вала соединяют фланцем-вилкой с фланцем передней ведущей балки 3, а конец опорной шейки скользящей вилки - со шлицевой втулкой задней бабки 1. Затем проверяют легкость вращения карданного вала и фиксатором 7 закрепляют один конец маятниковой рамы 2 станка.

Включив станок, вращают лимб выпрямителя б против хода часовой стрелки и доводят показания милливольтметра до максимального значения. Показание милливольтметра соответствует определенному значению дисбаланса. Шкала милливольтметра проградуирована в граммах. Продолжая вращение лимба выпрямителя 6 против хода часовой стрелки, доводят показание милливольтметра до нулевого значения и останавливают станок. По показанию лимба выпрямителя определяют угол смещения дисбаланса и, поворачивая карданный вал, устанавливают это значение на лимбе промежуточного вала. При этом место приварки балансировочной пластины будет расположено в верхней части вала, а утяжеленная часть -внизу, в плоскости коррекции. Прикрепив балансировочную пластину тонкой проволокой на расстоянии 10 см от сварного шва, включают станок и проверяют сбалансированность конца карданного вала с пластиной. При дисбалансе, меньше допустимого, балансировочные пластины приваривают к поверхности трубы. Затем, освободив один и закрепив другой конец маятниковой рамы фиксатором стойки, выполняют динамическую балансировку конца вала.

Схожую конструкцию имеет станок ВТ-150 рисунок 1.2.

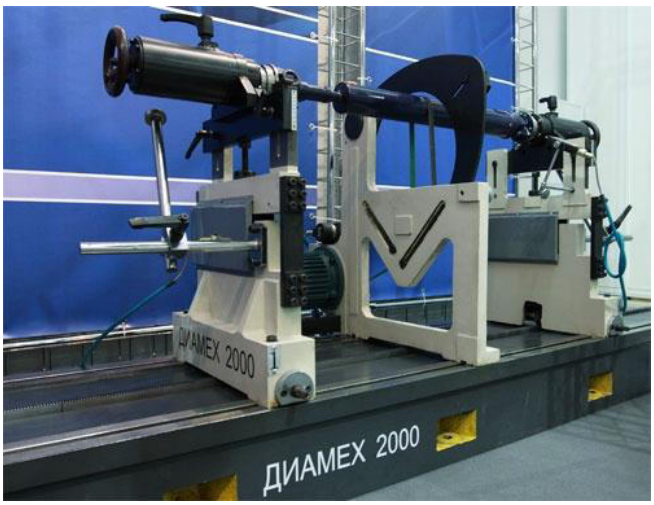



Рисунок 1.2 – Станок ВТ-150

Недорогие дорезонансные горизонтальные балансировочные станки с жесткими опорами для балансировки роторов массой до 9 тонн, отличающиеся простотой и надежностью конструкции, хорошей точностью и современной измерительной системой.

Данные станки позволяют с хорошей точностью уравновешивать различные типы роторов, а наличие дополнительных модулей значительно расширяет возможности станка.

Таблица 1.1 – Техническая характеристика балансировочного станка ВТ-150

| **Технические характеристики** | **ВТ-150** |
|---|---|
| Максимальная масса ротора, кг | 150 |
| Максимальный диаметр ротора, мм | 1050 |
| Минимальное расстояние между опорами, мм | 100 |
| Диаметр опорных шеек ротора, мм | 10 - 180 |
| Чувствительность, г·мм/кг | 0,8 |
| Мощность электропривода, кВт | 1,5 |
| Отметчик оборотов | Лазерный |
| Датчик углового положения ротора | В комплекте |
| Доворот ротора на требуемый угол | Автоматический, ручной |

Для технического обслуживания ремонта используется стенд фирмы «КОМПРО» рисунок 1.3.

Рисунок 1.3 - Стенд для ремонта и обкатки карданных валов.

Стенд для обкатки и испытаний редукторов и карданных валов ТК-2, ТРКП привода генератора ЭГВ.01.У1 от торца оси, но при этом часть оборудования от базового стенда используется совместно, например, шкафы нагрузки генератора, силовой шкаф управления электроприводом, шкаф управления нагрузкой генератора, стол оператора с блоком управления, аварийной защиты и видеонаблюдения и т.п. Его сможет обслуживать один рабочий-оператор, а универсальность приобретаемого технологического оборудования является всегда выгодной для заказчика в тех случаях, когда не требуется высокая производительность самого оборудования.

Программа проведение испытаний редукторов от средней части оси колесной пары по базовому варианту изготовления стенда предусматривает:

1. Контроль правильности установки редуктора на оси:

- измерение перемещения (биения, вибрации, центровки при монтаже) корпуса редуктора относительно оси колесной пары на одном обороте (с точностью до 0,01мм), установленных в фиксированном положении неподвижно относительно корпуса редуктора в мм;
- измерение величины динамической нагрузки на упорный хвостовик от вибрации редуктора из-за нарушения условий центровки его на оси в Н;

2. Обкатку редуктора без нагрузки от генератора в противоположные стороны (по 20 минут в каждую сторону):

- измерение температуры в двух местах (под подшипниками) редуктора в град.;

- измерение температуры окружающей среды до начала процесса обкатки редуктора в град;

- измерение температуры корпуса редуктора (масла) перед началом испытаний в град;

- измерение уровня шума шумомером направленного действия от редукторной пары шестерен в dB;

3. Обкатку редуктора «под нагрузкой» от генератора в противоположные стороны (по 40 минут в каждую сторону);

4. Измерение пирометрами в двух точках редуктора текущую температуру через фиксированные промежутки времени в град.;

5. Измерение выходной температуры корпуса редуктора (масла) в конце испытаний с помощью бесконтактного датчика температуры (пирометра) в град.;

Измерение уровня шума шумомером направленного действия от пары шестерен в dB рисунок 1.4.

Рисунок 1.4 - Станок для балансировки карданных валов дорезонансный модели БВИ-03-76

Основные технические данные:

1. Наибольшая масса балансируемой детали, кг 300
2. Наибольший диаметр балансируемого ротора, мм 190
3. Количество опор 2
4. Расстояние между опорами, мм 2112
5. Частота вращения балансируемого ротора, мин-1 300-1500
6. Потребляемая мощность, кВт 4,0

Рисунок 1.5 – Станок для разборки карданного вала SMART CLAMP MD06

Станок для разборки карданного вала SMART CLAMP MD06 предназначен для быстрой и эффективной замены крестовин в соединениях карданного вала. Основные рабочие части станка — гидравлические цилиндры, приводимые в действие насосной установкой с электроприводом. Благодаря специально разработанному комплекту инструментов и приспособлений данный станок позволяет разбирать практически все существующие разновидности соединений карданного вала. Точная настройка параметров работы системы достигается за счет клапана регулировки давления. Станок рассчитан на работу в низком диапазоне давления (до 120 бар); в сочетании с небольшой скоростью рабочих частей цилиндров (до 0,55 м/мин) это обеспечивает высокий уровень безопасности и надежности.

С целью повышения производительности труда при проведении ТО и ремонтов подвижного состава, и обеспечения  сокращение трудовых и материальных затрат необходимо на основании проведенного анализа разработать конструкцию стенда для ремонта и обслуживания карданных передач.

# 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

## 2.1 Определение нормативов технической эксплуатации автомобилей.

Исходными данными при планировании ТО и ТР подвижного состава являются нормативы периодичности и трудоемкости ТО и ТР. Они должны быть адекватны тем условиям, в которых эксплуатируются автомобили, т.е. обеспечивающими требуемый уровень надежности при минимальных трудовых и материальных затратах на ТО и ремонт. Нормативы ТО и ремонта зависят от категории условий эксплуатации, модификации подвижного состава и организации его работ, природно-климатических условий, пробега с начала эксплуатации, размера АТП и количества технологически совместимых групп.

Таблица 2.1 - Уточненные нормативы ТО и ТР автомобилей

| Марка | Показатель | Значение норматива | | | Коэффициенты корректирования | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Исх | Расч | Прин | $К_1$ | $К_2$ | $К_3$ | $К_4$ | $К_5$ | К |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| КамАЗ - 5320 | Периодичность ТО-1, км | 4000 | 3200 | 3278 | 0,8 | | 1 | | | 0,8 |
| | Периодичность ТО-2, км | 16000 | 128000 | 13112 | 0,8 | | 1 | | | 0,8 |
| | Пробег до первого КР, км | 300000 | 216000 | 222904 | 0,8 | 0,9 | 1 | | | 0,72 |
| | Пробег до второго КР, км | 240000 | 172800 | 170456 | 0,8 | 0,9 | 1 | | | 0,72 |
| | Трудоемкость ЕО, чел.ч | 0,5 | 0,66 | 0,7 | | 1,15 | | | 1,15 | 1,15 |
| | Трудоемкость ТО-1, чел.ч | 3,4 | 4,488 | 4,5 | | 1,15 | | | 1,15 | 1,32 |
| | Трудоемкость ТО-2, чел.ч | 14,5 | 19,14 | 19,2 | | 1,15 | | | 1,15 | 1,32 |

Продолжение таблицы 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Трудоемкость СО, чел.ч | 2,9 | 3,828 | 3,83 | | 1,15 | | | 1,15 | 1,32 |
| | Трудоемкость ТР, чел.ч/1000 км | 8,5 | 17,74 | 18 | 1,2 | 1,15 | 1 | 1,31 | 1,15 | 2,09 |
| КамАЗ - 5410 | Периодич-ность ТО-1, км | 4000 | 3200 | 3264 | 0,8 | | 1 | | | 0,8 |
| | Периодич-ность ТО-2, км | 16000 | 12800 | 13056 | 0,8 | | 1 | | | 0,8 |
| | Пробег до первого КР, км | 300000 | 228000 | 235008 | 0,8 | 0,95 | 1 | | | 0,76 |
| | Пробег до второго КР, км | 240000 | 182400 | 182784 | 0,8 | 0,95 | 1 | | | 0,76 |
| | Трудоемкость ЕО, чел.ч | 0,5 | 0,63 | 0,6 | | 1,1 | | | 1,15 | 1,26 |
| | Трудоемкость ТО-1, чел.ч | 3,4 | 4,284 | 4,3 | | 1,1 | | | 1,15 | 1,26 |
| | Трудоемкость ТО-2, чел.ч | 14,5 | 18,27 | 18,3 | | 1,1 | | | 1,15 | 1,26 |
| | Трудоемкость СО, чел.ч | 2,9 | 3,654 | 3,7 | | 1,1 | | | 1,15 | 1,26 |
| | Трудоемкость ТР, чел.ч/1000 км | 8,5 | 16,97 | 17 | 1,2 | 1,1 | 1 | 1,31 | 1,15 | 2 |
| КамАЗ - 5511 | Периодич-ность ТО-1, км | 2000 | 1600 | 1640 | 0,8 | | 1 | | | 0,8 |
| | Периодич-ность ТО-2, км | 10000 | 8000 | 8200 | 0,8 | | 1 | | | 0,8 |
| | Пробег до первого КР, км | 300000 | 204000 | 205000 | 0,8 | 0,85 | 1 | | | 0,68 |
| | Пробег до второго КР, км | 240000 | 163200 | 164000 | 0,8 | 0,85 | 1 | | | 0,68 |
| | Трудоемкость ЕО, чел.ч | 0,5 | 0,66 | 0,7 | | 1,15 | | | 1,15 | 1,32 |
| | Трудоемкость ТО-1, чел.ч | 3,4 | 4,488 | 4,5 | | 1,15 | | | 1,15 | 1,32 |

Продолжение таблицы 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Трудоемкость ТО-2, чел.ч | 14,5 | 19,4 | 19,2 | | 1,15 | | | 1,15 | 1,32 |
| | Трудоемкость СО, чел.ч | 2,9 | 3,828 | 3,83 | | 1,15 | | | 1,15 | 1,32 |
| | Трудоемкость ТР, чел.ч/1000 км | 8,5 | 17,74 | 18 | 1,2 | 1,15 | 1 | 1,35 | 1,15 | 2,09 |
| ЗИЛ - 131 | Периодич-ность ТО-1, км | 4000 | 3200 | 3330 | 0,8 | | 1 | | | 0,8 |
| | Периодич-ность ТО-2, км | 16000 | 12800 | 13320 | 0,8 | | 1 | | | 0,8 |
| | Пробег до первого КР, км | 300000 | 216000 | 213120 | 0,8 | 0,9 | 1 | | | 0,72 |
| | Пробег до второго КР, км | 240000 | 172800 | 173160 | 0,8 | 0,9 | 1 | | | 0,72 |
| | Трудоемкость ЕО, чел.ч | 0,45 | 0,594 | 0,6 | | 1,15 | | | 1,15 | 1,32 |
| | Трудоемкость ТО-1, чел.ч | 2,2 | 2,9 | 2,9 | | 1,15 | | | 1,15 | 1,32 |
| | Трудоемкость ТО-2, чел.ч | 10,8 | 14,256 | 14,3 | | 1,15 | | | 1,15 | 1,32 |
| | Трудоемкость СО, чел.ч | 2,16 | 2,8512 | 2,9 | | 1,15 | | | 1,15 | 1,32 |
| | Трудоемкость ТР, чел.ч/1000 км | 3,6 | 7,51 | 7,5 | 1,2 | 1,15 | 1 | 1,31 | 1,15 | 2,09 |

Результирующий коэффициент для корректировки нормативов ТО и ТР определяем по формуле [1]:

$$К_0=К_1 \cdot К_2 \cdot К_3 \cdot К_{4.1} \cdot К_5 \quad (2.1)$$

где $К_1$ – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от дорожных условий эксплуатации. Категория условий эксплуатации для города Пензы – 3.

$К_2$ – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от модификации подвижного состава и организации его работы.

$К_3$ – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от климатического района и агрессивности окружающей среды. Природно-климатический район – умеренный. Окружающая среда – неагрессивная.

$К_{4.1}$ – коэффициент корректировки, учитывающий пробег с начала эксплуатации автомобилей, соответствующий i-ой возрастной группе, определяем по формуле [1].

$$К_{4.1} = \sum_{i=1}^{n} \frac{К_{4.1j} \cdot x_j}{100}, \qquad (2.2)$$

где $x_j$ – часть списочного парка подвижного состава, входящая в j-ю возрастную группу.

Для КамАЗ – 5320

$К_{4.1}$ = 0,4·0,12 + 0,7·0,12 + 1·0,18 + 1,2·0,21 + 1,3·0,17 + 1,4·0,17 + 1,6·0,24 + 1,9·0,24 + 2,1·0,08 =1,315

$К_5$ – коэффициент корректировки трудоемкости ТО и ТР в зависимости от общего количества и количества технологически совместимых групп подвижного состава. Количество технологически совместимых групп – 2, общее количество автомобилей на предприятии – 43.

Трудоемкость операций СО принимаю равной 20% от ТО-2.

### 2.1.1 Расчет показателей использования автомобилей.

Основным показателем качества работы технической службы АТП является комплексный показатель надежности автомобилей – коэффициент технической готовности, который рассчитывается по формуле [1]:

$$\alpha_т = \sum_{j=1}^{n_т} \left[ \frac{x_j}{1 + \frac{d_{tj} \cdot К_{4.1j}}{1000}} \left( 1 - \frac{D_k}{D_p} F_j \right) \right], \qquad (2.3)$$

где $x_j$ – число автомобилей в j-возрастной группе;

$d_{tj}$ – норматив простоя автомобиля на ТО и ТР, дни/1000 км;

$К_{4.1j}$ – поправочный коэффициент, учитывающий возраст группы;

$D_к$ – количество дней простоя в КР, принимаю $D_к = 25$ дней;

$D_р$ – количество рабочих дней в году, $D_р = 255$ дней;

$F_j$ – относительная потребность капитального ремонта автомобилей j-ой возрастной группы, определяем по формуле [1].

$$F_j = \frac{l_c \cdot D_р + L_{нj}}{L_{нj}}, \qquad (2.4)$$

где $l_c$ – среднесуточный пробег, км;

$L_{нj}$ – средний пробег автомобилей j-ой группы с начала эксплуатации или после КР, км;

$L_{кj}$ – пробег до КР автомобилей j-ой возрастной группы;

$L''_к = 0{,}8L'_к$ – пробег до второго капитального ремонта

Пример расчета для автомобиля КамАЗ-5320:

$l_c = 149$ км; $D_р = 255$ дней;

$x_j = 0{,}12$; $d_{tj} = 0{,}55$ дней/1000 км; $К_{4.1} = 1{,}315$; $L_{кj} = 222904$ км;

$L_{нj} = 0{,}25 \cdot L_{кj} = 0{,}25 \cdot 222904 = 55726$ км.

$$F_j = \frac{149 \cdot 255 + 55726}{222904} = 0{,}42$$

и т.д. по временным группам.

$$\alpha_c = \left[\frac{0{,}12}{1+\frac{0{,}55\cdot 149\cdot 1{,}4}{1000}}\left(1-\frac{25}{255}0{,}42\right)\right]+\left[\frac{0{,}18}{1+\frac{0{,}55\cdot 149}{1000}}\left(1-\frac{25}{255}0{,}8\right)\right]+\left[\frac{0{,}21}{1+\frac{0{,}55\cdot 149\cdot 1{,}2}{1000}}\left(1-\frac{25}{255}1{,}05\right)\right]+$$

$$+\left[\frac{0{,}17}{1+\frac{0{,}55\cdot 149\cdot 2{,}6}{1000}}\left(1-\frac{25}{255}1{,}47\right)\right]+\left[\frac{0{,}24}{1+\frac{0{,}55\cdot 149\cdot 2{,}6}{1000}}\left(1-\frac{25}{255}1{,}97\right)\right]+\left[\frac{0{,}08}{1+\frac{0{,}55\cdot 149\cdot 1{,}3}{1000}}\left(1-\frac{25}{255}2{,}47\right)\right]=0{,}76$$

Полученные данные заносим в таблицу 2.

Таблица 2.2 – Показатели эффективности использования автомобилей АТП

| Марка авто-моби-ля | Показатель | Пробег с начала эксплуатации относительно $L_к$ | | | | | | По АТП |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 – 0,5 | 0,5– 0,75 | 0,75 – 1 | 1 – 1,5 | 1,5 – 2 | >2 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| КамАЗ-5320 | $A_{нj}$ | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 2 | 23 |
| | $x_j$ | 0,12 | 0,18 | 0,21 | 0,17 | 0,24 | 0,08 | |
| | $d_{tj}$ | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | |
| | $К_{4.2j}$ | 1,4 | 1 | 1,2 | 2,6 | 2,6 | 1,3 | |
| | $L_{нj}$ | 55726 | 139315 | 195041 | 213070 | 298298 | 383526 | |
| | $L_{кj}$ | 222904 | 222904 | 222904 | 170456 | 170456 | 170456 | |
| | $F_j$ | 0,42 | 0,8 | 1,05 | 1,47 | 1,97 | 2,47 | |
| КамАЗ-5410 | $A_{нj}$ | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 10 |
| | $x_j$ | 0,12 | 0,18 | 0,21 | 0,17 | 0,24 | 0,08 | |
| | $d_{tj}$ | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | |
| | $К_{4.2j}$ | 1,4 | 1 | 1,2 | 2,6 | 2,6 | 1,3 | |
| | $L_{нj}$ | 58752 | 146880 | 205632 | 228480 | 319872 | 411264 | |
| | $L_{кj}$ | 235008 | 235008 | 235008 | 182784 | 182784 | 182784 | |
| | $F_j$ | 0,545 | 0,92 | 1,17 | 1,63 | 2,13 | 2,63 | |
| КамАЗ-5511 | $A_{нj}$ | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 18 |
| | $x_j$ | 0,12 | 0,18 | 0,21 | 0,17 | 0,24 | 0,08 | |
| | $d_{tj}$ | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | |
| | $К_{4.2j}$ | 1,4 | 1 | 1,2 | 2,6 | 2,6 | 1,3 | |
| | $L_{нj}$ | 51250 | 128125 | 179375 | 205000 | 287000 | 569000 | |
| | $L_{кj}$ | 205000 | 205000 | 205000 | 164000 | 164000 | 164000 | |
| | $F_j$ | 0,454 | 0,83 | 1,08 | 1,5 | 2 | 2,5 | |
| | $A_{нj}$ | | | 1 | | 1 | | 2 |
| | $x_j$ | | | 0,5 | | 0,5 | | |

Продолжение таблицы 2.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ЗИЛ-131 | $d_{tj}$ | | | 0,55 | | 0,55 | | |
| | $К_{4.2j}$ | | | 1,2 | | 2,6 | | |
| | $L_{нj}$ | | | 186480 | | 303030 | | |
| | $L_{кj}$ | | | 213120 | | 173160 | | |
| | $F_j$ | | | 1,01 | | 1,91 | | |

Для остальных групп коэффициент технической готовности равен:

КамАЗ-5410 ― 0,682, КамАЗ-5511 ― 0,75, ЗИЛ-131― 0,79

Коэффициент выпуска на линию определяется по формуле [1]:

$$\alpha_в = \alpha_г \cdot К_{орг} \cdot \frac{D_р}{D_г}, \qquad (2.5)$$

где $К_{орг}$ = 0,95 – коэффициент, учитывающий простой автомобилей по эксплуатационным и организационным причинам;

$D_г$ – число календарных дней в году, $D_г$ = 365 дней.

Суммарный годовой пробег автомобилей по маркам определяется по формуле:

$$L_п = A_н \cdot l_с \cdot D_г \cdot \alpha_в$$

Пример расчета для автомобилей КамАЗ-5320:

$$\alpha_в = 0,76 \cdot 0,95 \cdot \frac{255}{365} = 0,5$$

$$L_п = 23 \cdot 149 \cdot 365 \cdot 0,504 = 625427,5 \text{ км}$$

Результаты основных расчетов по другим маркам сводим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Расчетные показатели использования автомобилей

| Марка автомобиля | $A_и$ | $\alpha_г$ | $\alpha_в$ | $L_п$, км |
|---|---|---|---|---|
| КамАЗ-5320 | 23 | 0,76 | 0,5 | 625427,5 |
| КамАЗ-5410 | 10 | 0,682 | 0,45 | 446760 |
| КамАЗ-5511 | 18 | 0,75 | 0,5 | 538740 |
| ЗИЛ-131 | 2 | 0,79 | 0,524 | 42459,72 |

Средневзвешенный коэффициент технической готовности подвижного состава по АТП определяется по формуле [1]:

$$\alpha_{г}^{АТП} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha_{гi} \cdot A_{ui}}{\sum_{i=1}^{n} A_{ui}},$$

$$\alpha_{г}^{АТП} = (0{,}76 \cdot 23 + 0{,}682 \cdot 10 + 0{,}75 \cdot 18 + 0{,}79 \cdot 2)/53 = 0{,}743$$

### 2.1.2 Определение показателей технологически совместимых групп автомобилей АТП

Суммарный годовой пробег автомобилей определяется по формуле:

$$L_{ГГ} = \sum_{i-1}^{Nмм} L_{г,i} = 625427{,}5 + 446760 + 538740 + 42459{,}72 = 1653387 \text{ км.}$$

Средневзвешенная трудоемкость по каждому виду ТО и ремонта для автомобилей АТП рассчитывается по формуле:

$$t_{ТОП} = \frac{\sum_{i=1}^{Nмм} t_{тор} \cdot A_{u,i}}{\sum_{i=1}^{n} A_{u,i}}, \qquad (2.6)$$

Таблица 2.4 - Показатели технологически совместимых групп авто. АТП.

| Марка автомобиля | Аи, шт. | Lгг, км. | $\alpha_{ГС}$ | Трудоемкость, чел-ч. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | tco | tто-1 | tто-2 | tтр | teo |
| Камаз-5320 | 23 | 625427,5 | 0,76 | 3,83 | 4,5 | 19,20 | 18 | 0,7 |
| Камаз-5410 | 10 | 446760 | 0,682 | 3,7 | 4,3 | 18,3 | 17 | 0,6 |
| Камаз-5511 | 18 | 538740 | 0,75 | 3,83 | 4,5 | 19,2 | 18 | 0,7 |
| ЗИЛ-131 | 2 | 42459,72 | 0,79 | 2,9 | 2,9 | 14,3 | 7,5 | 0,6 |
| По АТП | 53 | 1653387 | 0.743 | 3,77 | 4.4 | 18.845 | 17.415 | 0,67 |

### 2.1.3 Обоснование режима работы автомобилей и подразделений.

Режим работы производственных подразделений предприятий, включает в себя регламентированное количество рабочих дней в неделю, длительность рабочей смены количество смен, времени начала и конца смен.

Продолжительность рабочего времени рабочих и служащих предприятия не может превышать: 40 ч. в неделю при нормальных условиях труда и 35 ч. в неделю на производствах с вредными для здоровья условиями работы.

Режим работы подвижного состава во многом определяет режим работы всех других подразделений автотранспортного предприятия.

При назначении режимов работы подразделений стремятся обеспечить наилучшие условия труда и отдыха каждому трудящемуся. Соблюдение требований к организации транспортного процесса, рациональное использовании основного оборудования в первую очередь подвижного состава.

Для правильного назначения режима работы большинства подразделений и улучшения условий и качества работы необходима разработка графика загрузки зон и участков ПТБ АТП. На основании принятых режимов работы составляем таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Показатели режимов работы автомобилей и подразделений

| Подразделение. | Число рабочих дней в неделю. | Число смен. | Число часов работы в смену. | | | Годовое число рабочих дней. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1смена. | 2смена. | 3смена. | |
| Подвижной состав. | 5 | 1 | 8 | | | 255 |
| Зона ЕО | 5 | 1 | | 7 | | 255 |
| Зона ТО-1 | 5 | 1 | | 7 | | 255 |
| Зона ТО-2 | 5 | 1 | 8 | | | 255 |
| Зона ТР | 5 | 1 | 8 | | | 255 |

## 2.2 Расчет количества технических обслуживаний автомобилей

Количество капитальных ремонтов определяем по формуле [1].

$$N_к = \frac{L_п}{L_{кс}}, \quad (2.7)$$

где $L_п$ – среднегодовой пробег;

$L_{кс}$ – средневзвешенный пробег до КР.

$$L_{кс} = \frac{L_{К1} \cdot A_{iн} + L_{кг} \cdot A_{iс}}{A_и}, \quad (2.8)$$

где $A_{iн}$ – число автомобилей i-той марки, имеющих пробег с начала эксплуатации менее пробега до первого КР;

$A_{iс}$ – число автомобилей i-той марки, имеющих пробег с начала эксплуатации более пробега до первого КР.

Для КамАЗ-5320

$$L_{кс} = \frac{2229041 1+17045612}{23} = 195539 \text{ км.}$$

$$N_к = \frac{625427{,}5}{195539} = 3{,}2$$

Количество ТО-2:

$$N_{ТО-2} = L_n\left(\frac{1}{L_2} - \frac{1}{L_{кс}}\right) = 625427{,}5\left(\frac{1}{13112} - \frac{1}{195539}\right) = 44{,}4$$

Количество ТО-1:

$$N_{ТО-1} = L_n\left(\frac{1}{L_1} - \frac{1}{L_2} - \frac{1}{L_{кс}}\right) = 625427{,}5\left(\frac{1}{3278} - \frac{1}{13112} - \frac{1}{195539}\right) = 139{,}9$$

Количество ЕО за год выполняемых при возвращении с линии:

$$N_{ЕО.В} = \frac{L_n}{l_c} = \frac{625427{,}5}{149} = 4197{,}5$$

Количество ЕО за год выполняемых перед ТО и ТР:

$$N_{ЕО.Т} = N_1 + A_И(1 - \alpha_{mг}) = 139{,}9 + 23(1 - 0{,}76) = 145{,}42$$

Определяем суточную производственную программу:

количество ТО-2:

$$N_{ТО-2с} = \frac{N_2}{D_{р(г)}}, \quad (2.9)$$

где $D_{р(г)}$ = 255 – число рабочих дней зоны ТО-2,

$$N_{TO-2c} = \frac{44,4}{255} = 0,17;$$

- количество ТО-1:

$$N_{ТО-1с} = \frac{N_1}{D_{р(г)}}, \quad (2.10)$$

где $D_{р(г)}$ = 255 – число рабочих дней зоны ТО-1,

$$N_{TO-1c} = \frac{139,9}{255} = 0,54;$$

- количество ЕО:

$$N_{EOc} = \frac{N_{EO}}{D_{p(EO)}}, \quad (2.11)$$

где $D_{р(ЕО)}$ = 255 – число рабочих дней зоны ЕО,

$$N_{EOc} = \frac{4197,5}{255} = 16,5$$

Аналогично производим расчет и по другим группам автомобилей.

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 - Количество технических обслуживаний автомобилей

| Основные марки технологически совместимых групп | Годовое количество ТО и Р | | | | | Суточная программа ТО | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $N_к$ | $N_2$ | $N_1$ | $N_{ЕО.В}$ | $N_{ЕО.Т}$ | $N_{2с}$ | $N_{1с}$ | $N_{ЕОс}$ |
| КамАЗ-5320 | 3,2 | 44,4 | 139,9 | 4197 | 145,42 | 0,17 | 0,54 | 16,5 |
| КамАЗ-5410 | 2,1 | 32 | 100,5 | 1642 | 103,68 | 0,13 | 0,39 | 6,4 |
| КамАЗ-5511 | 2,9 | 62,8 | 259,9 | 3285 | 264,4 | 0,25 | 1,02 | 12,9 |
| ЗИЛ-131 | 0,22 | 3 | 9,3 | 382 | 9,72 | 0,012 | 0,04 | 1,5 |

## 2.3 Расчет трудоемкости работ по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава

Производственная программа по ТО и ТР в трудовом выражении рассчитывается по каждому виду исходя из откорректированных нормативов трудоемкости и используемого метода организации ТО(ТР).

Годовой объем работ по видам ТО определяется по выражению [ ]:

$$T_{TO} = N_{TO} \cdot t^{к}_{TO} \cdot K_{пот} \cdot K_{мех}, \quad (2.12)$$

где $N_{TO}$ – годовое количество ТО (ЕО, ТО-1, ТО-2);

$t^{к}_{TO}$ – откорректированная принятая трудоемкость, чел.-ч;

$K_{пот}$ – коэффициент, учитывающий снижение трудоемкости за счет поточной организации работ; при использовании универсальных тупиковых постов $K_{пот} = 1$;

$K_{мех}$ – коэффициент, учитывающий снижение трудоемкости за счет механизации работ ТО. При использовании ручного труда.

Годовой объем работ по ТР определяется по выражению [ ]:

$$T_{ТР} = \frac{L_{Г}}{1000} t_{ТР}, \text{ чел.-ч.}$$

Результаты расчета заносим в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 – Трудоемкость ТО и ремонта подвижного состава АТП

| Марка | Вид ТО, ТР | Годовое кол-во ТО | Трудоемкость 1-го ТО | Коэффициенты корректирования трудоемкости | | Суммарная трудоемкость |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $K_{мех}$ | $K_{пот}$ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| КамАЗ-5320 | ЕО-В | 4197 | 0,7 | 1 | 1 | 2937,9 |
| | ЕО-Т | 145,42 | 0,35 | 1 | 1 | 50,8 |
| | ТО-1 | 139 | 4,5 | 1 | 1 | 625,5 |
| | ТО-2 | 44,4 | 19,2 | 1 | 1 | 852,48 |

Продолжение таблицы 2.7

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ТР | 625427,5 | 18 | 1 | 1 | 11257,7 |
| КамАЗ-5410 | ЕО-В | 1642 | 0,6 | 1 | 1 | 985,2 |
| | ЕО-В | 103,68 | 0,3 | 1 | 1 | 31,1 |
| | ТО-1 | 100,5 | 4,3 | 1 | 1 | 432,15 |
| | ТО-2 | 32 | 18,3 | 1 | 1 | 585,6 |
| | ТР | 446760 | 17 | 1 | 1 | 7594,92 |
| КамАЗ-5511 | ЕО-В | 3285 | 0,7 | 1 | 1 | 2299,5 |
| | ЕО-Т | 264,4 | 0,35 | 1 | 1 | 92,54 |
| | ТО-1 | 259,9 | 4,5 | 1 | 1 | 1169,55 |
| | ТО-2 | 62,8 | 19,2 | 1 | 1 | 1205,76 |
| | ТР | 538740 | 18 | 1 | 1 | 9697,32 |
| ЗиЛ-131 | ЕО-В | 382 | 0,6 | 1 | 1 | 229,2 |
| | ЕО-Т | 9,72 | 0,3 | 1 | 1 | 2,9 |
| | ТО-1 | 9,3 | 2,9 | 1 | 1 | 26,97 |
| | ТО-2 | 3 | 14,3 | 1 | 1 | 42,9 |
| | ТР | 42459,72 | 7,5 | 1 | 1 | 318,45 |

## 2.4 Распределение ремонтно-обслуживающих работ по зонам и участкам ПТБ.

Работы ЕО и ТО-1 проводятся в самостоятельных зонах (в зависимости от технологического назначения). Работы ТО-2 так же выделяются в самостоятельную зону, в которую организационно включают и постовые работы ТР.

ПО объёму диагностирование может быть частичным (общим) и полным (углубленным). Полное диагностирование автомобиля проводят при ТО-2, сезонном обслуживании и постановке машины в ремонт, а частичное – при ТО-1, контрольном осмотре и текущем (заявочном) ремонте.

Диагностирование связано с дополнительными перегонами автомобилей, увеличением времени их простоя в зонах ТО и ТР, происходит снижение эффективности внедрения средств диагностирования. Для устранения указанного недостатка зоны ТО и ТР, необходимо оснащать диагностическими приборами и оборудованием, устанавливая их непосредственно на постах и рабочих местах.

Распределение годового объема по видам работ технического обслуживания производится на основании данных примерного распределения ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР. Результаты расчета заносим в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 – Распределение трудоемкости ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР по видам работ

| Виды работ | Трудоемкость работ | |
|---|---|---|
| | % | чел.-ч |
| 1 | 2 | 3 |
| ЕО-В: | | |
| - уборочные | 14 | 443,4 |
| - моечные | 9 | 285 |
| - заправочные | 14 | 443,4 |
| - контрольно-диагностические | 16 | 506,74 |
| - ремонтные (устранение мелких неисправностей) | 47 | 1488,54 |
| Всего ЕО-В | 100 | 3167,1 |
| ЕО-Т: | | |
| - уборочные | 40 | 21,48 |
| -моечные по двигателю и шасси | 60 | 32,22 |
| Всего ЕО-Т | 100 | 53,7 |
| Итого по ЕО | | 3220,8 |
| ТО-1: | | |
| - общее диагностирование Д-1 | 10 | 65,247 |
| - крепежные, регулировочные, смазочные и др. | 90 | 587,223 |
| Итого по ТО-1 | 100 | 652,47 |

Продолжение таблицы 2.8

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| ТО-2: | | |
| - углубленное диагностирование Д-2 | 10 | 89,538 |
| - крепежные, регулировочные, смазочные и др. | 90 | 805,842 |
| Итого по ТО-2 | 100 | 895,38 |
| ТР: | | |
| Постовые работы: | | |
| - общее диагностирование Д-1 | 1 | 115,7615 |
| - углубленное диагностирование Д-2 | 1 | 115,7615 |
| - регулировочные и разборочно-сборочные | 35 | 4051,6525 |
| - сварочные | 4 | 463,046 |
| - жестяницкие | 1 | 115,7615 |
| - деревообрабатывающие | 2 | 231,523 |
| - окрасочные | 6 | 694,569 |
| Итого постовых работ ТР (постовые) | 50 | 5788,075 |
| Участковые | | |
| - агрегатные | 18 | 2083,707 |
| - слесарно-механические | 10 | 1157,615 |
| - электротехнические | 5 | 578,8075 |
| - аккумуляторные | 2 | 231,523 |
| - по системе питания | 4 | 463,046 |
| - шиномонтажные | 1 | 115,7615 |
| - вулканизационные | 1 | 115,7615 |
| - кузнечно-рессорные | 3 | 347,2845 |
| - медницкие | 2 | 231,523 |
| - сварочные | 1 | 115,7615 |
| - жестяницкие | 1 | 115,7615 |
| - арматурные | 1 | 115,7615 |
| - обойные | 1 | 115,7615 |
| Итого участковых работ ТР (участковые0 | 50 | 5788,075 |
| Итого по ТР | 100 | 11576,15 |
| Всего трудоемкость работ ТО и ТР | | 16344,8 |

## 2.5. Расчет численности производственных и вспомогательных рабочих ПТБ.

Численность производственных рабочих для зон и участков рассчитывается с учетом трудоемкости работ технического обслуживания и ремонта.

Различают технологически необходимое (явочное) и штатное (списочное) количество производственных рабочих.

Технологически необходимое количество рабочих для выполнения работ на постах, в цехах и участках рассчитывается по формуле [1,2]:

$$Р_т = \frac{Т_г}{Ф_н}, \qquad (2.13)$$

где $Т_г$ – годовая трудоемкость работ по зоне, цеху, участку (чел.-ч).

$Ф_н$ – номинальный годовой фонд времени рабочего, ч, рассчитывается по формуле [1]:

$$Ф_н = (D_к – D_п – D_в)Т_{см}, \qquad (2.14)$$

где $D_к$, $D_п$, $D_в$, $D_{пп}$ – соответственно количество календарных, праздничных, выходных и предпраздничных дней

$$Ф_н = (365 – 110 – 8)8 = 1976 \text{ ч.}$$

Штатное (списочное) количество производственных рабочих рассчитывается по формуле [1]:

$$Р_{сп} = \frac{Т_г}{Ф_д}, \qquad (2.15)$$

где $Ф_д$ – действительный годовой фонд рабочего времени, ч

$$Ф_д = (D_к – D_п – D_в – D_{отп} – D_{уп})Т_{см}, \qquad (2.16)$$

где $D_{отп}$ = 16 дней – количество дней отпуска;

$D_{уп}$ = 7 дней – количество дней невыхода на работу по уважительным причинам.

$$Ф_д = (365 – 110 – 8 – 16 – 7)8 = 1792 \text{ ч.}$$

Данные для расчета и результаты расчетов представлены в таблице 9.

Таблица 2.9 – Расчет численности производственных рабочих

| Наименование зон и цехов | Т, чел.-ч | $Ф_н$, ч | $Р_т$, чел. | | | | $Ф_д$ | $Р_{сп}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Все-го | По сменам | | | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 | | |
| Зоны технического обслуживания и ремонта: | | | | | | | | |
| Зона ЕО | 3220,8 | 1976 | 1,63 | | 1,63 | | 1792 | 1,8 |
| Зона ТО-1 | 652,47 | 1976 | 0,33 | | 0,33 | | 1792 | 0,36 |
| Зона ТО-2 | 895,38 | 1976 | 0,45 | 0,45 | | | 1792 | 0,5 |
| Зона ТР | 11576,2 | 1976 | 5,88 | 5,88 | | | 1792 | 6,46 |
| Зона Д-1 | 181 | 1976 | 0,1 | 0,1 | | | 1792 | 0,1 |
| Зона Д-2 | 205,3 | 1976 | 0,1 | 0,1 | | | 1792 | 0,12 |
| Итого | 16731,2 | 1976 | 8,5 | 6,53 | 1,96 | | 1792 | 9,34 |
| Производственные участки: | | | | | | | | |
| агрегатный | 2083,71 | 1976 | 1,1 | 1,1 | | | 1792 | 1,16 |
| слесарно-мех. | 1157,62 | 1976 | 0,6 | 0,6 | | | 1792 | 0,65 |
| эл.технический | 578,807 | 1976 | 0,29 | 0,29 | | | 1792 | 0,32 |
| аккумуляторный | 231,523 | 1976 | 0,12 | 0,12 | | | 1792 | 0,13 |
| по сист. питания | 463,046 | 1976 | 0,23 | 0,23 | | | 1792 | 0,26 |
| шиномонтажный | 115,762 | 1976 | 0,06 | 0,06 | | | 1792 | 0,065 |
| вулканизацион. | 115,762 | 1976 | 0,06 | 0,06 | | | 1792 | 0,065 |
| кузн.-рессорный | 347,285 | 1976 | 0,18 | 0,18 | | | 1792 | 0,194 |
| медницкий | 231,523 | 1976 | 0,12 | 0,12 | | | 1792 | 0,129 |
| сварочный | 115,762 | 1976 | 0,06 | 0,06 | | | 1792 | 0,065 |
| жестяницкий | 115,762 | 1976 | 0,06 | 0,06 | | | 1792 | 0,065 |
| арматурный | 115,762 | 1976 | 0,06 | 0,06 | | | 1792 | 0,065 |
| обойный | 115,762 | 1976 | 0,06 | 0,06 | | | 1792 | 0,065 |
| малярный | 694,569 | 1976 | 0,35 | 0,35 | | | 1792 | 0,39 |
| Итого | 6482,6 | | | 3,35 | 1,96 | | | 3,6 |
| Всего | 23213,8 | | | 11,7 | | | | 13 |

Предусмотрено: диагностирование Д-1 совместить с ТО-1, диагностирование Д-2 с ТО-2; кузнечно-рессорный, медницкий, сварочный и жестяницкий участки объединить в участок тепловой обработки; аккумуляторный участок объединить с электротехническим; шиномонтажный и вулканизационный участки объединить в шиноремонтный участок.

Численность вспомогательных рабочих определяется по формуле [1,2]:

$$Р_{всп} = Р_{сп} \cdot К_{всп} = 13 \cdot 0,75 = 9,75 чел.$$

где $Р_{сп}$ – общее число производственных рабочих ПТБ АТП;

$К_{всп}$ = 0,75 – коэффициент, указывающий долю, приходящуюся на вспомогательных рабочих из числа производственных рабочих.

## 2.6 Расчет количества постов ТО.

Ритм производства, представляющий собой долю времени работы зоны, приходящегося на выполнение одного обслуживания данного вида и такт поста, т.е. время пребывания автомобиля на данном посту являются исходными величинами для расчета количества постов.

Режим работы зон ТО и суточные программы по каждому виду обслуживания являются исходными данными для определения ритма производства зоны, определяемого по формуле [1,2]:

$$R_i = \frac{T_{см} \cdot 60 \cdot C_i}{N_{ic} \cdot \varphi}, \qquad (2.17)$$

где $T_{см}$ – продолжительность работы смены, ч;

$C_i$ – количество смен работы зоны по i-ому виду ТО;

φ – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей на посты.

Для КамАЗ-5320

Ритм ЕО: $T_{см}$ = 7 ч; C = 1; φ = 1,8; $N_{1c}$ = 16,5.

$$R_{EO} = \frac{7 \cdot 60 \cdot 1}{16,5 \cdot 1,8} = 14,14$$

Ритм ТО-1: $T_{см} = 7$ ч; $C = 1$; $\varphi = 1{,}4$; $N_{1c} = 0{,}54$.

$$R_{TO-1} = \frac{7 \cdot 60 \cdot 1}{0{,}54 \cdot 1{,}4} = 555{,}6$$

Ритм ТО-2: $T_{см} = 8$ ч; $C = 1$; $\varphi = 1{,}4$; $N_{2c} = 0{,}17$.

$$R_{TO-2} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 1}{0{,}17 \cdot 1{,}4} = 2016{,}8$$

Такт поста определяется по формуле [1,2]:

$$\tau_i = \frac{t_i \cdot 60}{P_п} + t_п, \qquad (2.18)$$

где $t_i$ – трудоемкость i-го вида обслуживания на посту, чел.-ч.;

$t_п$ – время, затрачиваемое на передвижение автомобиля с поста на пост, $t_п = 2$ мин;

$P_п$ – количество рабочих на посту, одновременно выполняющих работы данного вида обслуживания.

Такт ЕО: $t_{EO} = 1$ чел.-ч.; $P_п = 2$ чел.

$$\tau_{EO} = \frac{0{,}7 \cdot 60}{2} + 2 = 23 \text{ мин}$$

Такт ТО-1: $t_1 = 4{,}5$ чел.-ч.; $P_п = 3$ чел.

$$\tau_1 = \frac{4{,}5 \cdot 60}{3} + 2 = 92 \text{ мин.}$$

Такт ТО-2: $t_2 = 19{,}2$ чел.-ч.; $P_п = 3$ чел.

$$\tau_2 = \frac{19{,}2 \cdot 60}{3} + 2 = 386 \text{ мин.}$$

Количество постов для ЕО:

$$X_{EO} = \frac{\tau_{EO}}{R_{EO}} = \frac{23}{14{,}14} = 1{,}6$$

Количество универсальных постов для ТО-1:

$$X_1 = \frac{\tau_1}{R_1} = \frac{92}{555{,}6} = 0{,}17$$

Количество постов ТО-2:

$$X_2 = \frac{\tau_2}{R_2 \lambda_2}, \quad (2.19)$$

где $\lambda_2 = 0,98$ – коэффициент использования рабочего времени поста.

$$X_2 = \frac{386}{2016,8 \cdot 0,98} = 0,2$$

Аналогично производим расчет и по другим маркам автомобилей. Расчеты сводим в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 - Количество постов для ЕО и ТО.

| Марки автобусов | Количество постов ЕО | Количество постов ТО-1 | Количество постов ТО-2 |
|---|---|---|---|
| КамАЗ-5320 | 1,6 | 0,17 | 0,2 |
| КамАЗ-5410 | 0,6 | 0,11 | 0,14 |
| КамАЗ-5511 | 1,3 | 0,08 | 0,29 |
| ЗИЛ-131 | 0,13 | 0,01 | 0,01 |
| Итого: | 3,63 | 0,37 | 0,64 |

Количество диагностических постов:

$$X_Д = \frac{T_Д}{D_{РД} T_{СМ} C \lambda_Д P_{ПД}}, \quad (2.20)$$

где $T_Д$ –трудоемкость диагностических работ;

$D_{РД}$- годовое количество рабочих дней зоны диагностирования;

$\lambda_Д$- коэффициент использования рабочего времени поста ;

С- количество смен;

$P_{ПД}$- число рабочих на диагностическом посту.

Количество диагностических постов Д-1

$$X_{Д1} = \frac{181}{255 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,92 \cdot 2} = 0,05$$

Количество диагностических постов Д-2

$$X_{Д2} = \frac{205,3}{255 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,92 \cdot 2} = 0,06$$

Предусмотрено диагностирование Д-1 совместить с ТО-1, диагностирование Д-2 с ТО-2

Количество постов ТР определяется по формуле [1]:

$$X_{ТР} = \frac{T_{ПТР} \cdot \gamma \cdot K_{ТР}}{D_Р T_{СМ} \lambda_Р P_П}$$

где $T_Д$ –трудоемкость постовых работ ТР;

$\gamma$ - коэффициент учитывающий неравномерность поступления автомобилей в зону ТР;

$D_Р$- годовое количество рабочих дней зоны;

$\lambda_Р$- коэффициент использования рабочего времени поста;

$P_П$- число рабочих на диагностическом посту.

$$X_{TP} = \frac{11576{,}2 \cdot 1{,}4 \cdot 1}{255 \cdot 8 \cdot 1{,}5 \cdot 0{,}95} = 5{,}4$$

Принимаем 5 постов ТР.

## 2.7 Расчет и подбор оборудования для зоны технического обслуживания

Технологическое оборудование, необходимое для выполнения работ в зоне технического обслуживания подбирается по технологической необходимости.

Количество основного технологического оборудования определяется степенью его загрузки при осуществлении технологического процесса. Если оборудование используется постоянно и полностью загружено в течение рабочих смен, то его количество рассчитывается с учетом трудоемкости работ данной группы оборудования по следующей формуле [ ]:

$$Q_{об} = \frac{T_0}{\Phi_0 \cdot \lambda_0 \cdot P_0}, \qquad (2.21)$$

где $T_0$ = 1547,85 чел.-ч. – трудоемкость работ в зоне технического обслуживания (ТО-1, ТО-2);

$\lambda_0 = 0{,}75$ – коэффициент использования оборудования по времени;

$P_0$=1 чел. – число работающих рабочих на оборудовании;

$\Phi_0$ – фонд времени единицы оборудования, ч;

$$\Phi_0 = D_{рг} \cdot T_{см} \cdot c = 255 \cdot 8 \cdot 1 = 2040 \text{ ч.}$$

$$Q_{об} = \frac{1547{,}85}{2040 \cdot 0{,}75 \cdot 1} = 1{,}01$$

Принимаю основное оборудование: маслораздаточные колонки, гайковерт для гаек колес, воздухораздаточная колонка. Остальное оборудование подбирается по технологической необходимости.

Из подобранного оборудования приобретаем: гайковерты для гаек колес и гаек стремянок (И-318, И-313) и маслораздаточную колонку.

Подобранное для зоны оборудование заносится в ведомость оборудования (таблица 2.11).

Таблица 2.11 – Ведомость технологического оборудования

| Наименование оборудования, тип, модель | Ко-во | Стоимость, руб. | | N электродв., кВт | Габаритные размеры в плане, м | Площадь, м$^2$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ед. | Всего | | | Ед. | Все го |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1. Гайковёрт для гаек колёс* | 1 | 12800 | 25600 | 0,55 | 1,12х0,575 | 0,64 | 1,29 |
| 2. Гайковерт напольный для гаек стремянок рессор грузовых автомобилей И313* | 2 | 12800 | 25600 | 0,55 | 1,12х0,575 | 0,64 | 1,29 |
| 3. Верстак слесарный ОРГ-1462-01-070А | 2 | 7800 | 15600 | | 0,83х0,58 | 0,48 | 0,96 |
| 4. Колонка воздухораздаточная С413М | 2 | 8160 | 16320 | 0,6 | 0,505х0,385 | 0,194 | 0,388 |
| 5. Солидолонагнетатель 1127 | 1 | 14370 | 14370 | | 0,206х0,325 | 0,06 | 0,12 |
| 6. Маслораздаточная колонка 367М4* | 1 | 15930 | 15930 | | 0,35х0,325 | 0,11 | 0,22 |

Продолжение таблицы 2.11

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7. Ванна моечная ОМ-1316 | 2 | 3200 | 6400 | | 1,21х0,62 | 0,75 | 1,5 |
| 8. Комплект инструментов И133 | 4 | 800 | 3200 | | 0,64х0,11 | 0,07 | 0,28 |
| 9. Установка для заправки агрегатов маслом 31196 | 1 | 8160 | 8160 | | 0,525х0,4 | 0,21 | 0,42 |
| 10. Установка для отсоса отработанных газов С508 | 2 | 6680 | 13360 | | 0,73х,055 | 0,4 | 0,8 |
| 11. Ящик для песка ОРГ-5139 | 2 | | | | 0,5х0,5 | 0,25 | 0,5 |
| 12. Стеллаж для узлов и деталей ОРГ-1468-05-320А | 2 | 800 | 1600 | | 1,4х0,5 | 0,7 | 0,7 |
| 13. Тележка инструментальная 70-7878-1004 | 2 | 3200 | 6400 | | 0,66х0,385 | 0,25 | 0,25 |
| 14. Предлагаемый стенд | 2 | 2100 | 4200 | | 2х0,5 | 1 | 1 |
| 15. Тележка для установки и снятия колес 1115М | 1 | 5880 | 5880 | | 1,236х0,935 | 1,15 | 1,15 |
| 16. Ларь для обтирочного материала ОРГ-51 | 2 | 1500 | 3000 | | 1х0,5 | 0,5 | 1 |
| 17. Бак для тормозной жидкости | 2 | 1200 | 2400 | | 0,6х0,4 | 1,5 | 3 |
| 18. Тележка для транспортировки АКБ | 1 | 800 | 800 | | 2х1,2 | 2,2 | 2,2 |
| 19. Тележка | 1 | 800 | 800 | | 0,7х0,6 | 0,42 | 0,42 |
| 20. Тележка электрика карбюраторщика | 1 | 900 | 900 | | 0,7х0,6 | 0,42 | 0,42 |
| 21. Подъёмник для вывешивания колёс ПНК-1 | 4 | 12000 | 48000 | | 1,2х0,66 | 0,79 | 1,58 |
| 22.Стенд для обслуживания карданных передач | 1 | | 69694 | 1,1 | 1,24х0,696 | 0,86 | 0,86 |

Расстановка оборудования на посту осуществляется на основании принятой ведомости оборудования с учетом санитарно-технических и строительных норм и рекомендаций: между основными сторонами оборудования – не менее 0,5 м; между продольной стороной автомобиля и технологическим оборудованием – не менее 1 м.

При планировке на чертеже указывается месторасположения колонн, перегородок, оконных и дверных проемов. Чертеж оформляется размерами сетки колонн, габаритными размерами. На планировке указываются посты обслуживания, оборудование и оснастка поста (канава, подъемник, стенд, верстак, стеллаж и др.). На плане условными обозначениями указываются места подвода воды, света, силовой энергии, сжатого воздуха.

### 2.8 Расчет производственных площадей зон и участков

Площадь зон ТО и ТР рассчитывается по формуле:

$$F = К_п \cdot f_0 \cdot Х_{ТО}, \quad (2.22)$$

где $К_п$ – коэффициент плотности расстановки постов;

$f_0$ – площадь, занимаемая автомобилем в плане, м$^2$;

$Х_{ТО}$ – количество постов.

Самым крупногабаритным автомобилем на является КамАЗ- 5511 поэтому расчет площадей производим на основе его габаритов

$$f_0 = 7,14 \cdot 2,5 = 17,85 \text{ м}^2$$

Для зоны ТО-1: $К_п = 4$; $Х_{ТО-1}=1$

$$F = 4 \cdot 17,85 \cdot 1 = 71,4 \text{ м}^2.$$

Для зоны ТО-2: $К_п = 4$; $Х_{ТО-2}=1$

$$F = 4 \cdot 17,85 \cdot 1 = 71,4 \text{ м}^2.$$

Для зоны ТР: $К_п=4$; $Х_{ТР}=5$

$$F = 4 \cdot 17,85 \cdot 5 = 357 \text{ м}^2$$

Площади производственных участков рассчитывается по площади приходящейся на производственного рабочего, определяются по формуле [1]:

$$F_у=f_{Р1}+(Р_{ПР}-1)\ f_Р\ м^2, \quad (2.23)$$

где: $Р_{ПР}$ – принятое списочное число рабочих на участке

$f_{Р1}$ – площадь приходящаяся на первого работающего, $м^2$

$f_Р$ - площадь приходящаяся на каждого последующего работающего, $м^2$.

Например, для агрегатного участка:

$Р_{ПР}=4$; $f_{Р1}=22$; $f_Р=14$

$$F_у=22+(4-1)14=64\ м^2$$

Аналогично производим расчет и по другим участкам, результаты расчета занесены в таблицу 2.12.

Таблица 2.12 - Площади производственных зон и участков ПТБ АТП

| Наименование производственных зон и участков | Кол-во постов | Расчетная площадь, $м^2$ | Площадь принятая на АТП, $м^2$ | Отклонение, % |
|---|---|---|---|---|
| ТО-1 | 1 | 71,4 | 369 | 25 |
| ТО-2 | 1 | 71,4 | 369 | 25 |
| ТР | 5 | 357 | 292 | 2,4 |
| Агрегатный | 1 | 64 | 300 | 65 |
| Слесарно-механический | 1 | 18 | 33,9 | 46 |
| Электротехнический | 1 | 15 | 16,8 | 10,7 |
| Аккумуляторный | 1 | 21 | 14,5 | 31 |
| Шиноремонтный | 1 | 18 | 17 | 5,5 |
| Тепловой обработки | 1 | 15 | 14 | 6,6 |
| Обойный | 1 | 18 | 15,5 | 14 |

## 2.9 Планировка зоны ТО подвижного состава

Основой для выполнения данного раздела являются «ведомость оборудования» и расчетные значения площадей.

Планировкой зоны ТО называется план расположения производственного, подъемно-транспортного и другого оборудования, рабочих мест, проходов и проездов и т.п.

В начале планировки зоны ТО устанавливают ширину пролетов и габаритные размеры. Для мастерских рекомендуется принимать разную ширину пролетов (т.е. расстояние между опорами (колоннами) несущих конструкций) большую – для размещения участков и подразделений где устанавливают крупногабаритные обслуживаемые и ремонтируемые объекты. Ширину пролетов принимают равной от6 до 12 метров.

Установив ширину пролетов мастерской в целом, по площади зоны ТО определяют ее длину. Окончательно принимая габаритные размеры зоны ТО, рекомендуется соблюдать соотношение ширины и длины – 1:2 или 1:3.

Выбирая планировочное решение зоны ТО необходимо учитывать зону безопасности и расстановку постов оборудованных канавами.

Величина зоны безопасности зависит от габаритных размеров автомобиля принимается равной 0,8 м при длине автомобилей до 8м и ширине до 2,7 м или равной при длине автомобиля более 8 м и ширине свыше 2,7 м.

В зонах ТО схематично изображается оборудование – подъемники, канавы и т.д.

Технологическая планировка во многом зависит от объема выполняемых работ согласно технологическому процессу. При этом обязательно соблюдение установленных нормативов.

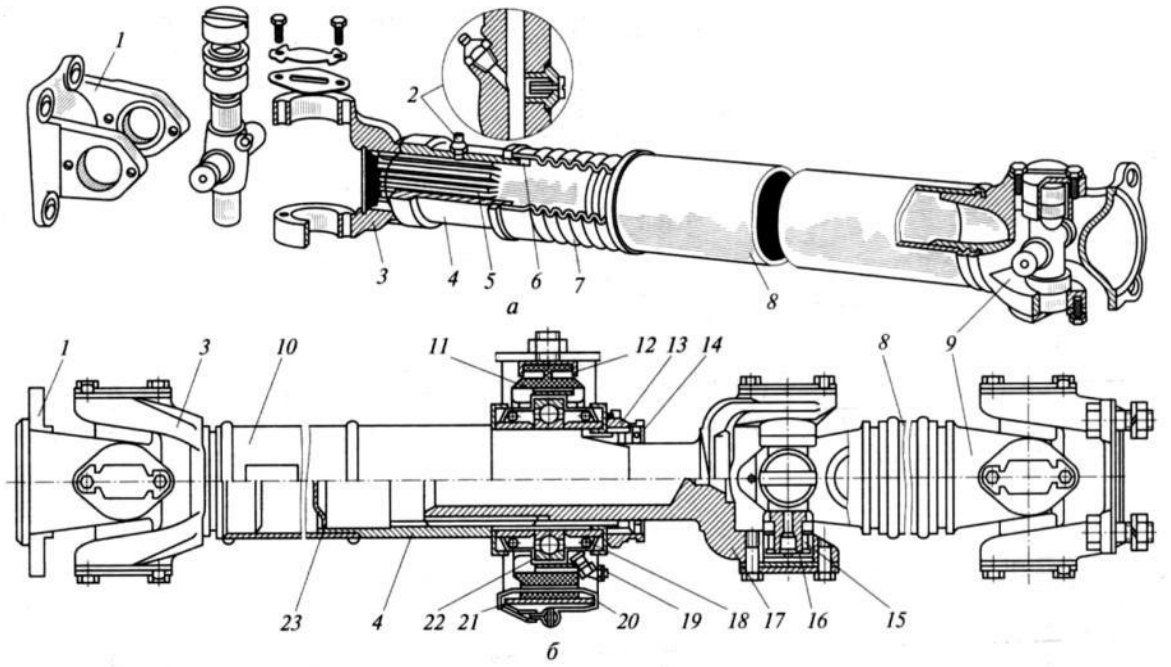
## 2.10 Проектирование технологического процесса восстановления

### 2.10.1 Описание устройства , анализ причин потери работоспособности

На автомобиле КамАЗ-5320 карданная передача обеспечивает привод к среднему ведущему мосту и привод к заднему мосту II, которые связаны через проходной средний ведущий мост, выполняющий функции промежуточной опоры. Каждая из передач состоит из карданного вала, переднего карданного шарнира, соединенного с карданным валом шлицевым соединением,

и заднего карданного шарнира, имеющего фланцевое соединение с ведущим валом межосевого дифференциала (картером дифференциала), а для заднего моста — с ведущим валом главной передачи. На автомобиле применена карданная передача открытого типа.

Карданная передача КамАЗ показана на рисунке 2.1.




*а* – с одним валом; *б* – с двумя валами и упругими сочленениями; 1, 3 – вилки; 2, 19 – масленки; 4 – шлицевая втулка; 5 – наконечник со шлицами; 6, 14, 18 – сальники; 7 – защитный чехол; 8 – карданный вал; 9 – карданный шарнир; 10 – промежуточный карданный вал; 11 – подушка опоры; 12 – скоба крепления подушки; 13 – гайка крепления подшипника промежуточной опоры; 15 – игольчатый подшипник крестовины; 16 – крестовина; 17 – скользящая вилка; 20 – хомут; 21 – кронштейн опоры; 22 – шарикоподшипник; 23 – заглушка

Рисунок 2.1 – Карданная передача КамАЗ:

Устройство карданной передачи показано на рис. 2.1. На одном конце трубчатого карданного вала приварена вилка, на другом — шлицевая втулка. Карданные валы тщательно динамически балансируются. Дисбаланс устраняют балансировочными пластинами, которые приваривают к концам трубы вала и шлицевой втулки. Правильное взаимное положение вилки с шлицевым валом относительно карданного вала в сбалансированном комплексе отмеча-

ется выбитыми на них стрелками, которые надо совмещать при сборке карданной передачи.

В карданной передаче автомобиля КамАЗ-5320 применены жесткие карданные шарниры неравных угловых скоростей открытого типа. Каждый такой шарнир состоит из двух вилок — вилки с фланцем и вилки с шлицевым валом. В расточках вилок установлена крестовина, относительно шипов которой вилки могут поворачиваться. Возможность поворота вилок относительно взаимно перендикулярно расположенных шипов крестовины обеспечивает передачу вращения (крутящего момента) от одного вала к другому при переменном угле между валами. Вилка фланцем крепится к фланцу вторичного вала коробки передач. Вилка шлицевым валом соединяется со шлицевой втулкой карданного вала. Шлицевое соединение карданного вала герметичное. Смазка во внутренней полости вала удерживается от вытекания заглушкой, а также резиновым и войлочным кольцами, которые прижимаются гайкой сальникового устройства.

### 2.10.2 Разработка структурной схемы разборки

Структурная схема разборки отражает последовательность, в которой нужно отделять детали от основной сборочной единицы.

Сначала указывают базовую деталь в прямоугольном блоке, далее при помощи вспомогательных линий строят «дерево» структурной схемы разборки, примыкая к основному блоку , блоки с указанием деталей. Так же в блоках указывают количество отделяемых деталей и номер по каталогу. Завершается структурная схема разборки базовой деталью.

Перед началом разборки сборочной единицы на карданном валу переднего моста необходимо отвернуть круглую гайку 17 и снять скользящую вилку 9 со шлицев карданного вала 16, снять шайбу 10, сальник 11 и гайку 17. Расконтрить и отвернуть болты 14 крепления крышек 6 игольчатых роликоподшипников 5. Снять балансировочные пластины 7 и крышки подшипников. Выпрессовать игольчатые подшипники из отверстий вилок 9 и фланцев-вилок 13. Вынуть крестовины /. Снять с крестовин уплотнительные кольца 3

и обоймы 2. (Если нет балансировочного стенда, перед началом разборки карданных валов промаркировать все детали для установки их на прежние места в процессе сборки).

Структурная схема разборки рассматриваемого устройства представлена на рисунке 2.2.

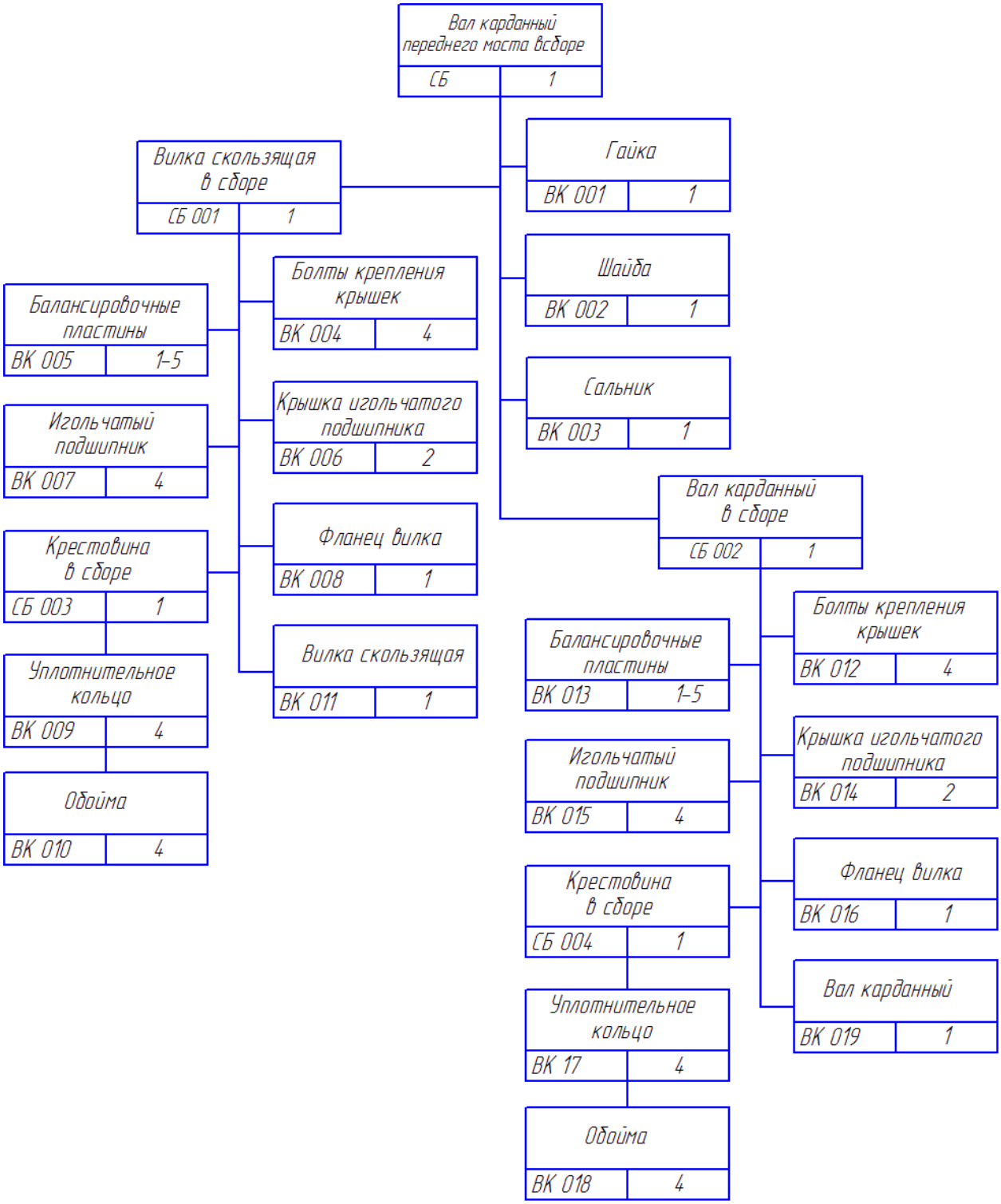



Рисунок 2.2 – Структурная схема разборки вала карданного автомобиля КамАЗ

### 2.10.3 Разработка карты дефектаци

Дефектация деталей и узлов подразумевает процесс их технического-контроля, включающий осмотр, измерения и, при необходимости, испытания.

Детали и узлы сортируют на три группы: годные, подлежащие ремонту и негодные.

Основными показателями при контроле и сортировке деталей и узлов на группы служат допустимые при их сборке размеры - такие, при которых основные детали и их сопряжения, оставленные во время ремонта (сборки) в узлах или изделиях, проработают без замены гири соблюдении правил технического ухода В течение еще одного межремонтного периода до следующего капитального ремонта. В дальнейшем для краткости эти величины будут именоваться «допустимыми». В связи с задачей повышения послеремонтного ресурса электрооборудования «допустимые» величины размеров, натягов и зазоров в сопряжения основных детален приняты по чертежам заводов-изготовителей с учетом возможности использования принятого В ремонтной практике мерительного инструмента.

Дефектация деталей, узлов и их сопряжений должна производиться на отдельных рабочих местах дефектовочного участка с помощью специальных приборов, приспособлений и инструмента.

Все поступающие на дефектацию детали и узлы должны быть хорошо очищены, тщательно промыты и высушены. Технические требования на дефектацию деталей и узлов являются основным документом для дефектовщика.

Коэффициенты повторяемости дефектов деталей И узлов учитывают вое возможные Дефекты и отражают их количественные значения. Эти данные определяют анализом микро метражных и статистических материалов, которые были получают путем проведения специальных наблюдений и измерений фактических износов Деталей и узлов в условиях специализированных ремонтных предприятий. Эти коэффициенты даны для обеспечения возмож-

ности расчета технологических маршрутов ремонта, определения количества того или иного технологического оборудования, приспособлений и оснастки, обслуживающих данный технологический маршрут, а также норм расхода материалов и запасных частей. Коэффициенты сменности, ремонта (изготовления) и годности деталей и узлов приведены для того, чтобы специалисты могли руководствоваться ими при разработке проектов электроремонтных предприятий, в частности при расчете площадей под складские помещения, выборе наиболее рациональных технологических потоков и т. д.

Сводный перечень оборудования, приспособлений и инструмента включает всю необходимую оснастку для организации наиболее рациональной службы дефектации. Количество единиц того или иного оборудования, приспособлений и инструмента для каждого электроремонтного предприятия должно быть определено расчетом при разработке его проекта.

### 2.10.4 Выбор рационального способа восстановления

На начальном этапе выбора рационального способа восстановления изношенных деталей анализируют принципиальную возможность применения того или иного вида восстановления. Как правило речь идет о нанесении определённого покрытия с целью восстановления номинальной геометрической формы, либо до достижения какого то из ремонтных размеров , предусмотренных технической документацией на деталь. Таким образом если рассмотреть детали которые сильно изнашиваются , чаше всего назначают различные виды сварки. К примеру детали ходовой части гусеничных тракторов. Если рассмотреть детали гидрораспределителя, то в этом случае методы сварки не подойдут, более приемлемым способом будут гальванические методы. Такой критерий отбора называется – технологическим (критерий применяемости)

Далее после выбора метода восстановления по технологическому критерию , анализируют выбранные методы с позиции сцепляемости и долговечности. Для чего на основании справочных данных проводят соответствующие расчеты.

$$K_Д = K_i \cdot K_В \cdot K_С \cdot K_П,$$

где *Ki, $K_В$, $K_С$, $K_П$* – коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий;

$K_П$ – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации, $K_П$=0,8…0,9.

Для никилирования:

$$K_Д = 0{,}91 * 0{,}82 * 0{,}65 * 0{,}85 = 0{,}41$$

Для хромирования:

$$K_Д = 1{,}67 * 0{,}97 * 1{,}82 * 0{,}85 = 2{,}51$$

Далее выполняют расчет с целью выявления экономической целесообразности выбранного метода.

$$C_В \le K_Д \times C_Н,$$

Если известна стоимость новой детали, критерий оценивают по формуле профессора В.А.Шадричева:

$$K_Т = C_В / K_Д,$$

Где $К_Т$ – коэффициент технико-экономической эффективности;

$С_В$ – себестоимость восстановления 1 м$^2$ изношенной поверхности детали, руб/м$^2$.

Для никилирования:

$$K_Т = 604/0{,}41 = 1473{,}17$$

Для хромирование:

$$K_Т = 1772/2{,}51 = 705{,}97$$

Полученный коэффициент технико-экономической эффективности хромирования, говорит об эффективности этого способа восстановления вала, $К_Т$ >min. Установив рациональный способ устранения дефектов деталей, приступают к проектированию технологического процесса восстановления деталей.

### 2.10.5 Расчёт и выбор параметров и режимов нанесения покрытия на деталь

Основные режимы процесса хромирования рассчитываются по следующим формулам.

Необходимая сила тока $I$ , А:

$$I = D_K \cdot F_O ,$$

где $D_K$ - катодная плотность тока, А/дм$^2$ ( для износостойкого покрытия детали $D_K$=35 А/дм$^2$);

$F_O$ - общая поверхность покрываемая хромом, дм$^2$ .

$$F_O = \Pi R^2 = 3.14 \cdot 4{,}5^2 \cdot 51{,}5 = 727 \ мм^2 = 7{,}27 дм^2$$

$$I = 35 \cdot 7{,}27 = 254{,}45 \ A / дм^2 \ .$$

Расчетная продолжительность осаждения хрома $t_p$, ч:

$$t_p = \frac{10 \cdot h\gamma}{D_k \cdot E \times \cdot \eta} ,$$

где h – толщина слоя покрытия на сторону, мм (0,04…0,15);

$\gamma$ - плотность покрытия ( $\gamma$ =6,9 г/см$^3$ );

E – электрохимический эквивалент хрома ( E=0,324 г/А*ч);

$\eta$ - выход хрома по току ( $\eta$ =0,13…0,18).

$$t_p = \frac{10 \cdot 0{,}001 \cdot 6{,}9}{35 \cdot 0{,}324 \cdot 0{,}15} = 0{,}41 \text{ ч.}$$

### 2.10.6 Определение норм времени выполнения операций

Норма времени определяется по следующему выражению

$$T_н = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп} + \frac{T_{пз}}{n}$$

где $T_н$ - норма времени (штучно - калькуляционное время); $T_{осн}$ - основное время, т.е. время, в течение которою происходит изменение размеров, формы, свойств, внешнего вида обрабатываемой детали, в результате какого - либо вида обработки, мин. Так, при механической обработке основным будет снятие стружки, при электросварке - время плавления электрода, при кузнечных воздействием молота и т.д; $T_{всп}$,, - вспомогательное время, т.е. время, затрачиваемое на действия, обеспечивающие выполнение основной работы (закрепление и снятие детали со станка, измерение детали, перестановка инструмента и т.д.), мин; $T_{доп}$ -дополнительное время, затрачиваемое на организацию и обслуживание рабочего места, перерывы на отдых и естественные надобности исполнителя, мин., $T_{пз}$ - подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на получение задания, ознакомление с работой, подготовку рабочего места, наладку оборудования, сдачу изготовленного изделия (дается на партию деталей), мин.; п - количество обрабатываемых деталей в партии, шт.[ ]

Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время:

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{всп}.$$

В технологических картах обычно проставляется штучное время $T_{шт}$ и подготовительно-заключительное время $T_{пз}$ [ ]

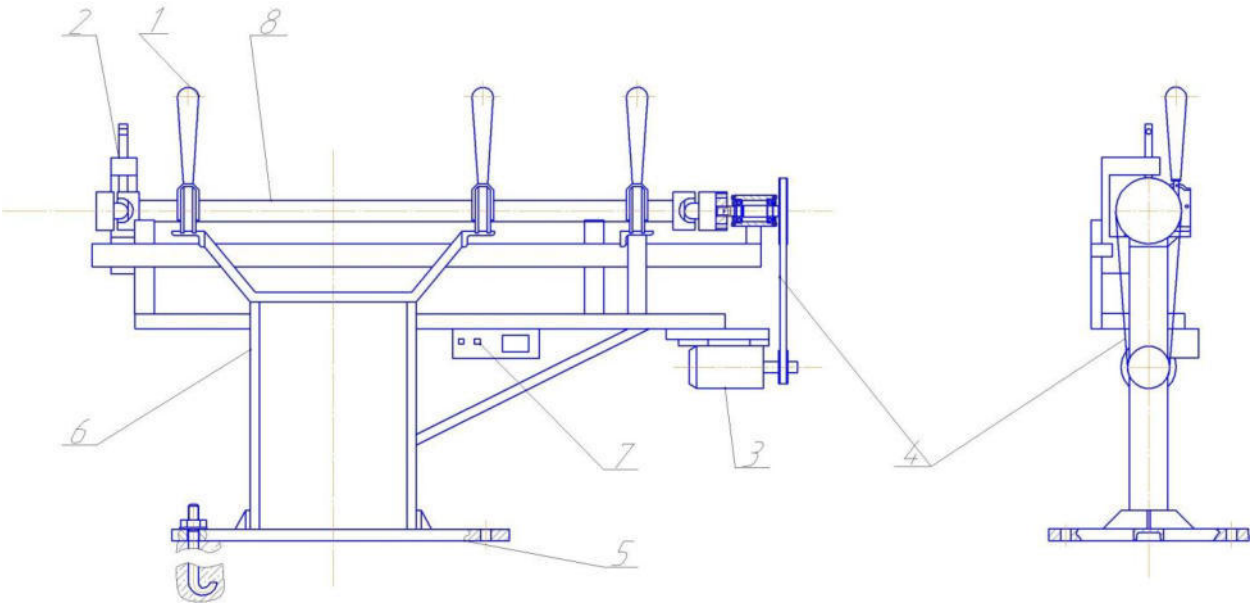
$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всн} + T_{доп}$$

$$T_н = 4{,}5 + 0{,}4 + 0{,}5 + \frac{0{,}75}{10} = 5{,}48$$

# 3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СТЕНДА ДЛЯ РЕМОНТА КАРДАННЫХ ПЕРЕДАЧ

## 3.1 Описание конструкторской разработки

На рисунке 3.1 представлена разработанная конструкция стенда для обслуживания и ремонта карданных передач. Стенд состоит из следующих основных элементов: зажима 1, съемника 2; электродвигателя 3; ременной передачи 4; станины 5, рамы 6, пульта 7; кардана 8.




1 – зажим; 2 – съемник; 3 – электродвигаетль; 4 – ременной привод; 5 – станина; 6 – рама;7 – пульт; 8 – кардан.

Рисунок 3.1 – Стенд для технического обслуживания и ремонта карданных передач грузовых автомобилей.

## 3.2 Техническая характеристика

Техническая характеристика

| | |
|---|---|
| 1. Электродвигатель | АИР80В6 |
| 2. Габариты: длина, мм | 2676 |
| ширина, мм | 758 |
| высота, мм | 1717 |

3. Масса приспособления, кг 84

4. Частота вращения, об/мин 500

### 3.3 Принцип работы стенда

Обслуживаемый карданный вал 8 закрепляется посредством зажимов 1 к раме стенда 6. Конструкция зажимов позволяет жестко закрепить карданный вал для его разборки, разборка осуществляется с помощью съемника 2, корпус съемника также служит для установки на нем индикатора часового типа. После разборки и смазки крестовин карданной передачи, на стенд производиться проверка его на наличие изгиба, для этого на раме стенда 6 установлен электродвигатель 3 который посредством ременного привода 4 включения через пульт 7 производит вращение карданного вала. При вращении и установки индикатора часового типа производиться фиксация изгиба трубы карданного вала.

### 3.4 Расчет основных конструктивных элементов предлагаемого стенда

Источником механической энергии в данном приводе (рисунок 3.1) является асинхронный электродвигатель. На валу двигателя 3 установлен ведущий шкив 9 плоскоременной передачи 4, посредством которой вращение передается на ведомый шкив 10, установленный на входном валу к которому подсоединяется карданный вал 8. Ременная передача имеет передаточное отношение $i_{рп}$= 2.

#### 3.4.1 Выбор электродвигателя

КПД привода $\eta_O$ определяется по формуле

$$\eta_O = \eta_{рп} \cdot \eta_{подш}^2, \quad (3.1)$$

где $\eta_{рп}$, $\eta_{подш}$ - КПД ременной передачи и подшипников. Значения КПД выбираются как средние значения из рекомендуемого диапазона [ ].

$$\eta_{рп} = 0{,}96;$$

$$\eta_{подш} = 0{,}99;$$

$$\eta_o = \eta_{рп}\eta_{подш}^2 = 0{,}96 \cdot 0{,}99^2 = 0{,}94$$

Определим потребную мощность электродвигателя:

$$\mathrm{P_т} = \frac{T_в \cdot n_в}{9650 \cdot \eta_o}; \quad (3.2)$$

где $T_в$ – крутящий момент на выходе, Нм;

$n_в$ – частота вращения выходного вала, мин$^{-1}$.

Крутящий момент требуемый для проворачивания карданного вала массой до 100 кг и диаметром до 100 мм составит 15 Нм (установлен опытным путем с использованием карданного вала массой 82 кг, длинной 226 мм, внешним диаметром карданной трубы 94 мм от автомобиля КамАЗ и ручным динамометром) [ ]

Для проверки биения и дисбаланса карданного вала максимальная частота вращения должна находиться в пределах 500…1000 мин$^{-1}$.

Требуемую мощность электродвигателя $P_{ТР}$ находят с учетом потерь, возникающих в приводе:

$$P_т = \frac{15 \cdot 500}{9650 \cdot 0{,}94} = 0{,}8 \ \ кВт \quad (3.3)$$

Определим ориентировочное значение угловой скорости вала электродвигателя

$$\omega_{дв.ор} = \omega_т \cdot i_{рп} \quad (3.4)$$

где $\omega_т$ угловая скорость на ведомом (тихоходном) валу, $с^{-1}$.

$$\omega_т = \frac{n_в \cdot \pi}{30} = \frac{500 \cdot 3{,}14}{30} = 52{,}3 \ с^{-1} \quad (3.5)$$

$$\omega_{дв.ор} = 52{,}3 \cdot 2 = 104{,}6 \ с^{-1}.$$

Ориентировочное значение частоты вращения вала электродвигателя

$$n_{дв.ор} = \frac{30}{\pi} \cdot \omega_{дв.ор};$$

$$n_{дв.ор} = \frac{30}{\pi} \cdot 104{,}6 = 1000 мин^{-1}. \quad (3.6)$$

Выбираем электродвигатель –4А80В6У3 ГОСТ 19523-81. [ ].

Мощность электродвигателя $P$ =1,1 кВт и синхронная частота вращения $n_{ДВ}$.=1000 мин$^{-1}$

### 3.4.2. Кинематический расчет привода

Определим фактическую частоту вращения вала двигателя $n_э$, мин$^{-1}$:

$$n_э = n_{дв} - \frac{n_{дв} \cdot S}{100},$$

где S – скольжение, %, S=4,5%

$$n_э = 1000 - \frac{1000 \cdot 4{,}5}{100} = 955\ мин^{-1}$$

Угловая скорость вала электродвигателя

$$\omega_э = \frac{\pi \cdot n_э}{30};$$

$$\omega_э = \frac{\pi \cdot 955}{30} = 99{,}9\ с^{-1}.$$

Общее передаточное отношение привода:

$$U_O = \frac{\omega_э}{\omega_m};$$

$$U_O = \frac{99{,}9}{52{,}3} = 1{,}91.$$

Определяем частоты вращения валов привода:

$$n_1 = n_э = 955\ мин^{-1};$$

$$n_2 = \frac{30}{\pi} \cdot \omega_2 = \frac{30}{3{,}14} \cdot 52{,}3 = 500.мин^{-1};$$

### 3.4.3 Силовой расчет привода

Определяем мощности на валах привода:

$$P_1 = 0{,}8 кВт;$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_I = 0{,}8 \cdot 0{,}94 = 0{,}752\ кВт;$$

Определяем крутящие моменты на валах привода:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_э} = \frac{800}{99{,}9} = 8\ Н \cdot м;$$

$$T_2 = \frac{P_2}{\omega_m} = \frac{752}{52{,}3} = 14{,}3\ Н \cdot м;$$

Результаты расчета сводим в табл. 3.1.

Таблица 3.1 - Сводная таблица результатов кинематического расчета привода.

| № вала | Мощность *P,кВт* | Угловая скорость *ω, с$^{-1}$* | Частота вращения *n, мин$^{-1}$* | Крутящий момент *T, Нм* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,8 | 99,9 | 955 | 8 |
| 2 | 0,752 | 52,3 | 500 | 14,3 |

### 3.4.4 Расчет плоскоременной передачи

В предлагаемой конструкции стенда по техническому обслуживанию карданных валов ременная передача используется для вращения карданного вала с последующим определением биения и изгиба карданной трубы, что в свою очередь выдвигает требования к снижению показателей вибрации, что обеспечивает плоскоременная передача.

Рассчитаем открытую плоскоременную передачу от асинхронного двигателя мощностью $P_1=P_{ном}=0,8$ кВт, при $n_1=n_{ном}=955$ мин$^{-1}$ ($\omega=99,9$ рад/с) и передаточным отношением $u=1,9$. Работа односменная, нагрузка спокойная. Передача вертикальная. Натяжение ремня за счет его упругости (передвижением двигателя по салазкам). Условия окружающей среды – нормальные. Требования к габаритам – жесткие.

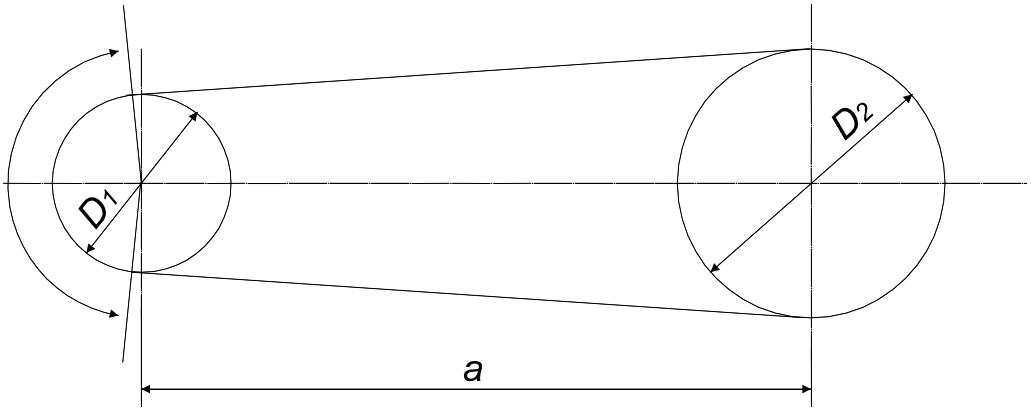



Рисунок 3.2 – Расчетная схема ременной передачи

По номограмме при $P_1=P_{ном}=0,8$ кВт и $n_1=n_{ном}=955$ мин$^{-1}$ Выбираем прорезиненный ремень типа А с тканью БКЛН-65 с резиновыми прослойками ГОСТ 23831-79.

Ориентировочный диаметр меньшего шкива по формуле [29]:

$$d_{p1} = (1100 \dots 1300)\sqrt[3]{\frac{P_1}{n_1}}. \quad (3.7)$$

Принимаем расчетный диаметр ведущего шкива $d_1$ = 125 мм, толщину ремня δ=3,6 мм, число прокладок *i*=3.

$$d_{p1} = 1280\sqrt[3]{\frac{0,8}{955}} = 115 \text{ мм}$$

Значение $d_{p1}$ округляем до стандартного и принимаем равным 125 мм по ГОСТ 17838-73

Определяем диаметр ведомого шкива $d_{p2}$:

$$d_{p2} = d_{p1} \cdot u, \quad (3.8)$$

где u = 1,91 – передаточное число плоскоременной передачи;

$$d_{p2} = 125 \cdot 1,91 = 238,7 \text{ мм}$$

Значение $d_{p2}$ округляем до стандартного и принимаем равным 250 мм по ГОСТ 17838-73.

Определяем фактическое передаточное число $u_ф$ и проверяем его отклонение $\Delta u$ от заданного $u$:

$$u_ф = \frac{d_{p2}}{d_{p1}(1-\varepsilon)} = \frac{250}{125 \cdot 0,99} = 2; \quad (3.9)$$

где ε - коэффициент скольжения, резинотканевых ремней ε = 0,01.

$$\Delta u = \frac{|u_Ф - u|}{u} \cdot 100\% = \frac{|2-1,91|}{2} \cdot 100\% = 4\%. \quad (3.10)$$

Отклонение фактического передаточного отношения от ранее принятого составляет 4%.

Определяем ориентировочное межосевое расстояние а, мм:

$$a \geq 2(dp_1 + dp_2)=2\ (125+250)=750\ \text{мм}, \qquad (3.11)$$

Определяем расчетную длину ремня l, мм:

$$l = 2a + \frac{\pi}{2}(d_{p2} + d_{p1}) + \frac{(d_{p2} - d_{p1})^2}{4a} =$$

$$= 2 \cdot 750 + \pi / 2(125 + 250) + 750 = 2093{,}4 мм$$

Определяем угол обхвата ремнем ведущего шкива $\alpha_1$, град:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_{p2} - d_{p1}}{a} = 180° - 57° \frac{250 - 125}{750} = 170^\circ$$

$\alpha_1 \geq [\alpha] \geq 150°$ Условие выполняется.

Определяем скорость ремня $v$, м/с:

$$\upsilon = \frac{\pi \cdot d_{p1} n_1}{60 \cdot 10^3} = \frac{\pi 125 \cdot 955}{60 \cdot 10^3} = 6{,}2 м/с,$$

где $dp_1$ – диаметр ведущего шкива, мм;

$n_1$ – частота вращения ведущего шкива, мин$^{-1}$;

$[\upsilon]$ = 30 м/с – допускаемая скорость.

$\upsilon \leq [\upsilon] \leq 30 м/с$, Условие выполняется.

Определяем частоту пробегов ремня U, с$^{-1}$:

$$\nu = \upsilon/l=6{,}2/2{,}0934=2{,}9 \leq [U], \qquad (3.12)$$

где $[\nu]$ = 30 с$^{-1}$ – допускаемая частота пробегов.

$\nu$ = 2,9 с$^{-1}$ ≤ $[\nu]$, что гарантирует срок службы – 1000…5000 ч.

Расчетная толщина ремня δ, мм

$$\delta = \frac{d_{p1}}{30 \ldots 40} = \frac{125}{40} = 3{,}1 \text{ мм},$$

Уточняем толщину ремня по ГОСТ 17838-73, принимаем δ=3,75 мм.

Окружное усилие определим по формуле [ ]:

$$F_t = \frac{2 \cdot T_1}{d_{p1}} = \frac{2 \cdot 10{,}5}{125} = 168\ H$$

Допустимое полезное напряжение $[\sigma_t]_0$, Мпа

$$[\sigma_t]_0 = a - \omega_1 \left(\frac{\delta}{d_{p1}}\right) = 7{,}5 - 99{,}9\left(\frac{3{,}75}{125}\right) = 7{,}47 \text{ МПа}.$$

Определяем допускаемое удельное окружное усилие по формуле [q], Н/мм:

$$[q] = q_0 C_p C_\alpha C_\alpha C_\upsilon = 7{,}47 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}97 \cdot 1{,}03 = 7{,}46 \text{ МПа}, \quad (3.13)$$

где $q_0$= 7,3 Н/мм – номинальное удельное окружное усилие, Н/мм, которую выбираем в зависимости от типа ремня, его сечения, скорости и диаметра ведущего шкива; $C_p$ = 1, $C_\alpha$ = 1, $C_\alpha$ = 0,97, $C_\upsilon$=1,03 – поправочные коэффициенты.

Определяем ширину ремня по формуле

$$b = \frac{2 \cdot T_1}{d_{p1} \cdot [q]} = \frac{2 \cdot 8}{125 \cdot 7{,}46} = 17{,}1 \text{ мм}$$

Округляем ширину ремня до стандартной b=20 мм, при этом проверяем соответствие выбранной и окончательно принятой слойности прокладок i. В рассматриваемом случае i=3 т.е. соответствие слойности соблюдено.

Усилие от предварительного натяжения ремня по формуле:

$$S_o = s_o bi = 2{,}0 \cdot 20 \cdot 3 = 120\ H$$

Давление ремня на валы по формуле:

$$F = 2S_o \cdot sin\frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 120 \cdot sin\frac{170}{2} = 291{,}7\ H$$

Учитывая, что для передачи с периодическим подтягиванием ремня запас натяжения принят 1.5

$$F_{max} = 1{,}5 \cdot F = 1{,}5 \cdot 291{,}7 = 437\ H$$

Ширина обода шкивов по ГОСТ 17383-73, соответствующая ширине ремня b=25 мм, B=32 мм.

### 3.5 Мероприятия по безопасности жизнедеятельности

Вводный инструктаж по охране дают всем работникам, вновь поступающим на работу независимо от их квалификации и специальности. Этим занимается главный инженер или инженер по охране труда.

С каждым поступающим на работу проводят вводный инструктаж на рабочем месте, и выдают инструкцию, относящуюся к тому виду работы, которую он будет выполнять. Основной метод инструктажа на рабочем месте – демонстрация безопасных приемов работы.

Мастер перед показом проверяет и налаживает оборудование, готовит необходимый инструмент, приспособления и индивидуальные средства защиты. Во время показа у мастера все находится на строго определенных местах и в исправном состоянии.

С работниками, периодический (повторный) инструктаж по охране труда проводят через каждые три месяца.

Инструкция по охране труда – юридический документ, в нем определены порядок и условия безопасного выполнения работником возложенных на него обязанностей, отражены требования по оборудованию рабочего места и созданию условий работы.

Инструкции обычно составляет инженер по охране труда с участием мастеров, а утверждает главный инженер предприятия. Для составления инструкций пользуются данными, полученными при обследовании цехов и участков, рабочих мест слссарей, а также данными анализа и изучения причин производственного травматизма при выполнении работ. Учитывают также опасные моменты, возникающие при выполнении работ. Отпечатанную или написанную от руки инструкцию в рамке под стеклом вывешивают на рабочем месте, а копию ее выдают сварщику после инструктажа.

Слесарь-ремонтник, токарь, сварщик, кузнец, электрик.

На месте работы слесаря-ремонтника опасными производственными факторами являются: горючие материалы и их испарения, подвешенные детали и агрегаты, электрический ток.

На месте работы токаря опасными производственными факторами являются: вращающиеся детали токарного станка, электрический ток.

На месте работы сварщика опасными производственными факторами являются: электрический ток, высокая температура при сваривании деталей.

На месте работы кузнеца опасными производственными факторами являются: высокая температура кузнечного горна, общая пожароопасность при работе с раскаленным металлом.

На месте работы электрика опасными производственными факторами являются: электрический ток.

Для проведения работ по техническому обслуживанию карданных передач с использованием специализированных стендов различных марок, разработаны требования техники безопасности на производстве, которые необходимо выполнять.

Инструкция по безопасной работе на стенде представлена в приложении.

### 3.6 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – один из важных факторов увеличения темпов развития научно-технического прогресса и эффективности труда. В основе культуры физического развития лежат различные физические упражнения, которые направленны на совершенствование жизненно важных сторон человека, и развитие опорно-двигательного аппарата.

Для разработки опорно-двигательного аппарата применяются следующие способы и методы:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;

- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;

- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

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

### 3.7 Экономическое обоснование конструкции

Таблица 3.1 Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции

| №п/п | Наименование | Ед.измерения | Знач. показателя | |
|---|---|---|---|---|
| | | | исходный | проектир. |
| 1 | Масса конструкции | кг | 330 | 310 |
| 2 | Балансовая стоимость | руб | 32000 | 23960 |
| 3 | Потребляемая мощность | кВт | - | - |
| 4 | Количество обслуживающего персонала | чел | 1 | 1 |
| 5 | Разряд работы | разряд | 4 | 4 |
| 6 | Тарифная ставка | руб./чел.ч | 84 | 84 |
| 7 | Норма амортизации | % | 13 | 13 |
| 8 | Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание | % | 8 | 8 |
| 9 | Годовая загрузка конструкции | ч | 100 | 100 |
| 10 | Время 1 цикла | ч | 0.12 | 0,06 |

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как $X_0$, а проектируемого как $X_1$.

Расчеты выполняют параллельно для известной конструкции и для новой по известной методике [ ]. Результаты расчетов представлены таблицей 3.2.

Таблица 3.2– Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

| № пп | Наименование показателей | Базовый | Проект | Проект в % к базовому |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Часовая производительность, ед/ч | 6 | 10 | 166 |
| 2 | Фондоемкость процесса, руб./ед | 53,3 | 23,96 | 44,9 |
| 3 | Энергоемкость процесса, кВт/ед | 1,4 | 0,88 | - |
| 4 | Металлоемкость процесса, кг/ед | 0,11 | 0,062 | 56,3 |
| 5 | Трудоемкость процесса, чел*ч/ед | 0,16 | 0,1 | 62,5 |
| 6 | Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед | 4,2 | 1,9 | 45,2 |
| 7 | Уровень приведенных затрат, руб./ед | 36,46 | 19,46 | 53,37 |
| 8 | Годовая экономия, руб. | - | 12600 | - |
| 9 | Годовой экономический эффект, руб. | - | 12596,4 | - |
| 10 | Срок окупаемости капитальных вложений, лет | - | 1,9 | - |
| 11 | Коэффициент эффективности капитальных вложений | - | 0,52 | - |

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выводы:

1. Для снижения себестоимости работ по техническому обслуживаниюи ремонту, повышения их качества, необходимо обоснованно подходить к проектированию объектов ремонтно-обслуживающей базы и вспомогательного оборудования. В ВКР представлена компоновка участка для технического обслуживания, позволяющая рационально и грамотно выполнять ремонтно – обслуживающие воздействия.

2. Одним из путей снижения себестоимости ремонта является повторное использование деталей, поэтому разработка технологических процессов их восстановления и упрочнения является так же актуальной задачей. В ВКР представлен разработанный технологический процесс восстановления карданного вала.

Применение приспособления позволит получить годовую экономию 12600 рублей, Срок окупаемости конструкции 2 года.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

| | | |

# СПЕЦИФИКАЦИИ

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Приме-чание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | Документация | | |
| | | | | | | |
| А1 | | | СКП.00.00.00. ВО | Общий вид стенда. Чертеж общего вида | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | Сборочные единицы | | |
| | | | | | | |
| | | 1 | СКП.01.00.00.СБ | Зажим | 3 | |
| | | 2 | СКП.02.00.00.СБ | Направляющая | 1 | |
| | | 3 | СКП.03.00.00.СБ | Пульт | 1 | |
| | | 4 | СКП.04.00.00.СБ | Рама | 1 | |
| | | 5 | СКП.05.00.00.СБ | Станина | 1 | |
| | | 6 | СКП.06.00.00.СБ | Съемник | 1 | |
| | | | | | | |
| | | | | Детали | | |
| | | | | | | |
| | | 7 | СКП.00.00.07. | Вал | 1 | |
| | | 8 | СКП.00.00.08. | Корпус | 1 | |
| | | 9 | СКП.00.00.09. | Косынка | 4 | |
| | | 10 | СКП.00.00.10. | Крышка подшипника | 2 | |
| | | 11 | СКП.00.00.11. | Основание | 1 | |
| | | 12 | СКП.00.00.12. | Ремень | 1 | |
| | | 13 | СКП.00.00.13. | Фланец | 1 | |
| | | 14 | СКП.00.00.14. | Шкив ведущий | 1 | |
| | | 15 | СКП.00.00.15. | Шкив Ведомый | 1 | |
| | | | | | | |
| | | | | Стандартные изделия | | |
| | | | | | | |

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|---|---|---|---|---|
| Разраб. | | Сунгатуллин | | 02.21 |
| Пров. | | Гималтдинов | | 02.21 |
| Н.контр. | | Гималтдинов | | 02.21 |
| Утв. | | Адигамов . | | 02.21 |

# ВКР 23.03.03.246.21.СКП.00.00.00. ВО

Стеенд для ремонта карданных передач грузовых автомобилей
Чертеж общего вида

| Лит. | Лист | Листов |
|---|---|---|
| | 1 | 2 |

Казанский ГАУ
каф. Э и РМ
заочное отделение

Копировал

Формат А4

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Приме-чание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 16 | | Болт М10х12 | 1 | |
| | | | | ГОСТ 1759.0-87 | | |
| | | 17 | | Болт М12х20 | 4 | |
| | | | | ГОСТ 1759.0-87 | | |
| | | 18 | | Винт М5х10 | 4 | |
| | | | | ГОСТ 1164-75 | | |
| | | 19 | | Гайка М12 | 4 | |
| | | | | ГОСТ 15524-70 | | |
| | | 20 | | Подшипник | 2 | |
| | | | | ГОСТ 10058-90 | | |
| | | 21 | | Шайба 12 | 4 | |
| | | | | ГОСТ22355-77 | | |
| | | 22 | | Электродвигатель | 1 | |
| | | | | 4А80В6У3 ГОСТ19253-71 | | |

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | ВКР 23.03.03.246.21.СКП.00.00.00. ВО | Лист 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|

Копировал Формат А4

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Приме-чание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | Документация | | |
| | | | | | | |
| А1 | | | СКП.01.00.00. СБ | Зажим. Сборочный чертеж | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | Сборочные единицы | | |
| | | | | | | |
| | | 1 | СКП.01.01.00.СБ | Скоба | 1 | |
| | | 2 | СКП.01.02.00.СБ | Фиксатор | 1 | |
| | | | | | | |
| | | | | Детали | | |
| | | | | | | |
| | | 3 | СКП.01.00.03. | Коромысло | 1 | |
| | | 4 | СКП.01.00.04. | Площадка | 1 | |
| | | 5 | СКП.01.00.05. | Пружина | 1 | |
| | | 6 | СКП.01.00.06. | Ручка | 1 | |
| | | 7 | СКП.01.00.07. | Рычаг | 1 | |
| | | 8 | СКП.01.00.08. | Стойка | 1 | |
| | | 9 | СКП.01.00.09. | Основание | 1 | |
| | | | | | | |
| | | | | Стандартные изделия | | |
| | | | | | | |
| | | 10 | | Винт А М6х32 ГОСТ17475-80 | 4 | |

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|---|---|---|---|---|
| Разраб. | | Сунгатуллин | | 02.21 |
| Пров. | | Гималтдинов | | 2.21 |
| Н.контр. | | Гималтдинов | | 02.21 |
| Утв. | | Адигамов | | 02.21 |

ВКР 23.03.03.246.21.СКП.001.00.00. СБ

Зажим

| Лит. | Лист | Листов |
|---|---|---|
| | | 1 |

Казанский ГАУ
каф. Э и РМ
Заочное отделение

Копировал

Формат А4

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Приме-чание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | Документация | | |
| | | | | | | |
| А1 | | | СКП.01.03.00. СБ | Фиксатор. Сборочный чертеж | | |
| | | | | | | |
| | | | | Детали | | |
| | | | | | | |
| | | 1 | СКП.01.03.01 | Боковина | 2 | |
| | | 2 | СКП.01.03.02 | Втулка | 3 | |
| | | 3 | СКП.01.03.03 | Ось | 6 | |
| | | 4 | СКП.01.03.04 | Стойка | 2 | |

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|---|---|---|---|---|
| Разраб. | | Сунгатуллин | | 02.21 |
| Пров. | | Гималтдинов | | 02.21 |
| Н.контр. | | Гималтдинов | | 02.21 |
| Утв. | | Адигамов | | 02.21 |

ВКР 23.03.03.246.21.СКП.01.03.00.СБ

Основание
Сборочный чертеж

| Лит. | Лист | Листов |
|---|---|---|
| | | 1 |

Казанский ГАУ
каф. Э и РМ
Заочное отделение

Копировал

Формат А4