

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль)/специализация)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка стенда-кантователя для ремонта коробки передач  
автобуса МАЗ-103

Студент

Я.Р. Тизяков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.В. Зотов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

И.о заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ »

20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2018

## АННОТАЦИЯ

При выполнении выпускной квалификационной работы необходимо провести анализ конструкций стендов для ремонта коробки передач автобусов МАЗ, отечественных и зарубежных производителей. После этого провести сравнительную оценку основных параметров представленных стендов путем построения циклограммы и выявить конструкцию для проведения подробного анализа.

Основываясь на проведенном анализе, разработать усовершенствованную конструкцию стенда для ремонта коробки передач автобусов МАЗ, выполнить сборочные чертежи конструкции в графическом редакторе Компас-3D, провести прочностные расчеты элементов конструкции стенда.

Составить технологическую карту разборки коробки передач автобусов МАЗ на спроектированном оборудовании.

В первой главе рассмотрены различные конструкции стендов для ремонта коробки передач автобусов МАЗ.

Во второй главе представлено техническое задание, предложение, конструкторские расчеты элементов стенда и руководство по эксплуатации.

В третьей главе рассмотрены виды коробок передач и представлена технологическая карта частичной разборки коробки передач автобуса МАЗ-103.

В четвертой главе рассмотрена безопасность и экологичность проектируемой конструкции.

Выпускная квалификационная работа состоит из 57 страниц, и включает в себя 10 иллюстраций, 14 таблиц, 24 источника, 1 приложение.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 Состояние вопроса .....	7
2 Конструкторская часть .....	14
2.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ .....	14
2.2 Техническое предложение на разработку стенда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103.....	17
2.3 Расчет элементов конструкции стенда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 .....	24
2.4 Руководство по эксплуатации стенда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103.....	29
3 Технологический процесс.....	35
3.1 Виды коробок передач .....	35
3.2 Технологическая карта частичной разборки коробки передач автобуса МАЗ–103.....	40
4 Безопасность и экологичность стенда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 .....	41
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика стенда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 .....	42
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	43
4.3 Методы и средства снижения опасных и вредных производственных факторов .....	44
4.4 Разработка комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности .....	45

4.5	Организационно-технические мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий .....	46
4.6	Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	48
4.7	Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду .....	48
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	51
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	52
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	55

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время численность грузового автомобильного транспорта, осуществляющего перевозки грузов, значительно возросла.

Свыше 2/3 всех грузоперевозок в народном хозяйстве осуществляется грузовым автомобильным транспортом.

Основные направления социального и экономического развития РФ, включают развитие и расширение производства специализированных и грузовых автомобилей, автобусов, в основном работающих на газомоторном топливе, увеличение производства малотоннажных грузовых автомобилей (пикапов, фургонов), прицепов, полуприцепов и автомобилей, работающих на электричестве для осуществления городских перевозок [3, 4].

Своевременное техническое обслуживание, качественный ремонт и правильная эксплуатация – факторы, гарантирующие работоспособность автомобиля в процессе эксплуатации.

Исследованию методов и средств поддержания автомобилей в исправном техническом состоянии, закономерностей изменения технического состояния автомобилей в процессе эксплуатации, при бережном с точки зрения экономики и экологии использовании всех ресурсов уделяется важное значение.

Изменение экономической ситуации в стране привело к возникновению десятков тысяч коммерческих фирм малой формы собственности, не имеющих полноценной собственной производственно-технической базы и персонала, способного проводить качественное техническое обслуживание, что впоследствии привело к обострению проблем поддержания требуемого технического состояния эксплуатируемых автомобилей.

Государственные и международные нормы регламентируют требования к техническому состоянию автотранспортных средств. Для обеспечения выполнения этих требований в течение всего срока эксплуатации автомобиля, необходима качественная работа обслуживающего

персонала высокой квалификации, соответствующего уровню современной автомобильной техники и наличие современного оборудования, обеспечивающего механизацию производственных процессов, требующих малоквалифицированного труда, экономию топливно-энергетических ресурсов и защиту окружающей среды, а также повышающего качество технического обслуживания и ремонта автомобилей [6].

Разнообразные конструкции узлов и агрегатов автомобилей отечественного и зарубежного производства требует разнообразное технологическое оборудование, применяемое в практике технического обслуживания автомобилей [2]. В настоящий момент рынок технологического оборудования заполнен, в основной массе дорогими моделями зарубежного изготовления, а оборудование, используемое в АТП, зачастую является старым и изношенным.

Таким образом, значительно увеличивается роль инженеров, которые способны сделать обоснованный выбор наиболее приемлемой модели приобретаемого технологического оборудования, умеющих спроектировать оптимальное технологическое оборудование для изготовления в условиях СТО, АТП, или АРЗ.

## 1 Состояние вопроса

Проблема совершенствования транспортного обслуживания населения города находит отражение в таких стратегических направлениях развития городского округа Тольятти, как обеспечение интенсивного развития экономики за счет организации качественных пассажирских перевозок, а также сохранение и улучшение среды жизнеобитания через оптимизацию маршрутной сети города и развитие транспортной инфраструктуры (дорожно-транспортной сети, общественного пассажирского транспорта).

В городе постоянно ведется работа по оптимизации городского пассажирского транспорта, сбалансированного и эффективного его развития в отношении направлений, объемов и качества перевозок. Повышение качества пассажирского сообщения ведет к росту мобильности населения и улучшению условий его жизни.

Необходимо отметить, что обеспечение перевозок на высоком качественном уровне, сохранение стабильных значений показателей эффективности работы городского пассажирского транспорта, выполнение требований безопасности перевозок пассажиров невозможно без поддержания необходимого объема подвижного состава в технически исправном состоянии.

Необходимым условием разработки конструкции стенда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 является проведение глубокого анализа работы устройства, конструкций станков, отечественных и зарубежных производителей и разработанных патентов.

При выполнении анализа отечественного рынка можно выделить следующие станки для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 [2]:

- станок универсальный для ремонта двигателей и агрегатов Р-500 (производство Россия);
- станок универсальный ЛПН-087.00.000-02 (производство Россия);

– стенд для разборки-сборки V-образных и рядных двигателей, КПП, задних мостов Р770Е (производство Россия).

Необходимо отметить большой ассортимент находящихся в продаже стендов, схожесть их основных технических характеристик и довольно высокую по российским меркам стоимость.

Для выявления достоинств и недостатков конструкций и выбора наиболее прогрессивного стенда выполним сравнение по заранее выбранным параметрам [1]:

- габаритные размеры;
- угол поворота двигателя;
- грузоподъемность;
- масса;
- стоимость.

Стенд универсальный для ремонта двигателей и агрегатов Р-500 (рисунок 1.1) предназначен для разборки-сборки двигателей и других агрегатов легковых и грузовых автомобилей весом не более 800 кг в подвешенном состоянии.



Рисунок 1.1 – Стенд для разбора двигателей Р-500

Технические особенности стенда Р-500:

– наличие универсальных адаптеров, позволяющих без лишних усилий устанавливать на стенд любой двигатель, коробку передач, или другой узел весом до 800 кг;

– наличие самотормозящегося червячного редуктора, позволяющего поворачивать и фиксировать в необходимом положении закрепленный на стенде двигатель или другой узел.

Технические характеристики стенда для разбора двигателей Р-500 представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Технические характеристики стенда для разбора двигателей Р-500

Параметр	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	Угол поворота двигателя, град	Грузоподъемность, кг	Масса нетто, кг	Стоимость, рублей
Значение	1192x791x1046	360	800	160	64000

Преимуществом стенда для разбора двигателей Р-500 является его универсальность, невысокие затраты на монтаж и эксплуатацию, низкая стоимость по сравнению с аналогами

Кантователь для автомобильных агрегатов комбинированный ЛПН-087.00.000-02 (рисунок 1.2) предназначен для ремонта автомобильных двигателей, коробок передач и других агрегатов трансмиссии. В зависимости от вида ремонтируемого агрегата, кантователь может быть собран соответствующим образом с оснасткой предназначенной для данного агрегата.

Кантователь легко разбирается на отдельные узлы, станина складывается, что позволяет выполнять удобную транспортировку к месту выполнения ремонтных работ



Рисунок 1.2 – Кантователь для автомобильных агрегатов  
комбинированный ЛПН-087.00.000-02

Данный стенд обладает наименьшими весовыми и габаритными характеристиками, а также стоит меньше большинства всех аналогов.

Технические характеристики кантователя для автомобильных агрегатов комбинированного ЛПН-087.00.000-02 представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Технические характеристики кантователя для автомобильных агрегатов комбинированного ЛПН-087.00.000-02

Параметр	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	Угол поворота двигателя, град	Грузоподъемность, кг	Масса нетто, кг	Стоимость, рублей
Значение	1500x920x1055	360	1200	129	159740

Стенд Р770Е (рисунок 1.3) предназначен для разборки и сборки двигателей, КПП, задних мостов и агрегатов.

Технические особенности стенда Р770Е:

– автоматический поворот червячного редуктора при помощи электродвигателя;

– наличие самотормозящегося червячного редуктора, позволяющего поворачивать и фиксировать в необходимом положении закрепленный на стенде двигатель ;

– универсальное крепление для двигателя с любым пространственным положением.



Рисунок 1.3 – Стенд для разборки-сборки двигателей, КПП, задних мостов и агрегатов Р770Е

Преимуществами стенда Р770Е являются: простота конструкции, универсальность в применении, недостатками – большие габариты и масса, высокая стоимость по сравнению с аналогами.

Технические характеристики стенда для разборки-сборки двигателей Р770Е представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Технические характеристики стенда для разборки-сборки двигателей Р770Е

Параметр	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	Угол поворота двигателя, град	Грузоподъемность, кг	Масса нетто, кг	Стоимость, рублей
Значение	2467х1060х1425	360	2000	445	150480

Проведение достоверной оценки качества технологического оборудования возможно только с учетом всей системы групп показателей качества. Для этого требуется разработка формальных правил проведения данной оценки.

В том случае, если определенные единичные показатели качества  $P_i$  могут быть выражены количественными значениями, то их можно соотнести с базовым показателем  $P_{i0}$ , который обычно отражает значение показателя качества оборудования, соответствующее современным требованиям и хорошо зарекомендовавшим себя на рынке. Если рост абсолютного значения показателя качества ведет к улучшению качества, то уровень качества данного оборудования выражается следующим отношением (формула 1.1):

$$Y_i = \frac{P_i}{P_{i0}} \quad (1.1)$$

Иначе, если при увеличении показателя ухудшается качество оборудования, то уровень качества определяется обратным отношением (формула 1.2):

$$Y_i = \frac{P_{i0}}{P_i} \quad (1.2)$$

Таким образом, улучшение качества всегда приводит к росту уровня качества по рассматриваемому показателю.

Определяем показатели качества, характеризующие стенд-кантователь:

- габаритные размеры;
- угол поворота двигателя;
- грузоподъемность;
- масса;
- стоимость.

Для выбранных показателей качества определяем  $Y_i$  и заносим в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 – Сравнительная характеристика аналогов

Показатель	Модель сравниваемого оборудования		
	P-500	ЛПН-087.00.000-02	P770E
1	2	3	4
Занимаемая площадь в плане, м <sup>2</sup> $P_{i0} = 0,94 \text{ м}^2$	0,94	1,38	2,61
$Y_i =$	1	0,68	0,36
Грузоподъемность, кг $P_{i0} = 800 \text{ кг}$	800	1200	2000
$Y_i =$	1	0,67	0,4
Угол поворота двигателя, град $P_{i0} = 360^\circ$	360	360	360
$Y_i =$	1	1	1
Масса оборудования, кг $P_{i0} = 129 \text{ кг}$	160	129	445
$Y_i =$	0,81	1	0,29
Стоимость, рублей $P_{i0} = 64000 \text{ рублей}$	64000	159740	150480
$Y_i =$	1	0,4	0,43
Итого ( $\sum Y_i$ ):	4,81	3,75	2,48

По данным таблицы 1.4 видно, что наибольший суммарный показатель качества имеет стенд P-500, из этого можно сделать заключение, что в настоящее время данный стенд является наиболее прогрессивным в данной области техники.

Особенности конструкции данного стенда можно использовать при разработке нового оборудования.

На основании полученных значений характеристик по формулам (1.1-1.2) строим циклограмму выбора оборудования.

## 2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание на разработку конструкции станда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ

### 2.1.1 Область применения

Стенд – кантователь для ремонта коробки передач автобуса МАЗ относится к ремонтной технике, и может применяться при выполнении сборочных и ремонтных работ на коробках передач автобуса МАЗ и прочих узлах трансмиссии.

Стенд может использоваться на авторемонтных предприятиях и СТО, где выполняется техническое обслуживание и ремонт грузовых автомобилей.

### 2.1.2 Основание для разработки

Конструкция станда разрабатывается по заданию кафедры «ПЭА» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет».

Разработка конструкции станда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 проводится на основании технического описания существующих аналогов.

### 2.1.3 Цель и назначение разработки

Целью разработки конструкции станда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 является изменение конструкции аналога за счет уменьшения количества деталей, упрощения конструкции отдельных узлов повышения технологичности при изготовлении, что в совокупности позволяет изготавливать конструкцию в условиях небольшого парка станков, применения экономически более выгодных конструкций, а также унифицированных узлов и деталей [7].

Назначением разработки данной конструкции является разработка пакета конструкторской документации, на основании которого будет разрабатываться рабочая документация, по результатам которой в

дальнейшем будет изготовлен опытный образец стенда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103.

#### 2.1.4 Источники информации

При разработке данной конструкции стенда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 использовались следующие источники информации:

1. В.В. Крамаренко «Техническое обслуживание автомобилей». Изд-во «Транспорт», 1968 г.

2. П.И. Орлов «Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 3-х книгах». М., «Машиностроение», 1977 г.

3. Оборудование для ремонта автомобилей. Под ред. Шахнеса М. М. Изд-во «Транспорт», 1971 г.

#### 2.1.5 Технические требования к проектируемой конструкции стенда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

Стенда – кантователь для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 должен:

- удовлетворять требованиям надёжности и экономичности;
- быть безотказным при эксплуатации;
- иметь малую трудоемкость при проведении ремонтных работ;
- быть технологичным при производстве;
- быть работоспособным в течение всего срока хранения и транспортировки;
- отвечать требованиям пожаро- и электробезопасности.

При проектировании стенда должны приобретаться изделия, отвечающие требованиям государственного стандарта - автомобильные запасные части, крепежные детали и т.д. Кроме того, в разработанной конструкции стенда должны быть предусмотрены варианты дальнейшей

модификации конструкции с целью улучшения ее технико-потребительских качеств и свойств.

Безопасность труда при эксплуатации станда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 обеспечивается следующими требованиями [4]:

1. Конструктивными (при выполнении ремонтных работ и в нерабочем состоянии при транспортировке должно быть предусмотрено крепление и фиксация рабочих органов станда, устройства для обеспечения безопасности оператора и т.д.).

2. Санитарно-гигиенические условия.

3. Эргономические требования (рабочее место (размещение редуктора на станде) не должно вызывать повышенной усталости оператора и должно находиться на уровне груди с удобным размещением стопорных и крепежных элементов, элементы управления должны располагаться так, чтобы во время работы оператор не мог бы попасть в зону движения частей станда).

4. Эстетические требования (очертания конструкции должны быть простыми и строгими, предпочтительно выполнять части станда в форме прямоугольника, внешний вид конструкции не должен оказывать воздействия на психическое состояние оператора, отвлекать его от работы, заостренные углы и кромки поверхностей должны быть скруглены, выступающие углы по возможности иметь скошенные грани).

5. Стенд – кантователь для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 должен удовлетворять условиям разборки / сборки и ремонтпригодности. При осуществлении хранения и транспортировки станд должен разбираться и упаковываться в ящики.

2.1.6 Рекомендуемая техническая характеристика станда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

Рекомендуемая техническая характеристика стенда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Рекомендуемая техническая характеристика стенда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

Параметр	Значение
Габаритные размеры без установки коробки передач:	
- длина, мм	не более 2000
- ширина, мм	не более 900
- высота, мм	не более 1200
Масса (без установки коробки передач:), не более, кг	100
Привод стенда	механический, ручной, поворотный механизм должен иметь возможность надежной механической фиксации от проворота

#### 2.1.7 Стадии и этапы разработки

Сроки выполнения технического задания по разработке конструкции стенда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 должны соответствовать срокам, установленным в учебном плане.

#### 2.1.8 Порядок контроля и приёмки

Конструкторская документация на стадии технического проекта проходит согласование с руководителем выпускной квалификационной работы, и техническими специалистами, рекомендованными руководителем ВКР.

### 2.2 Техническое предложение на разработку стенда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

#### 2.2.1 Анализ технического задания, выбор материалов

Техническое задание, выданное кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей» на разработку конструкторской документации по производству стенда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103, дополнительных уточнений не требует.

При выполнении проектирования конструкции стенда используются материалы, собранные в ходе литературного обзора разрабатываемой конструкции, курс лекций кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей», книги и журналы.

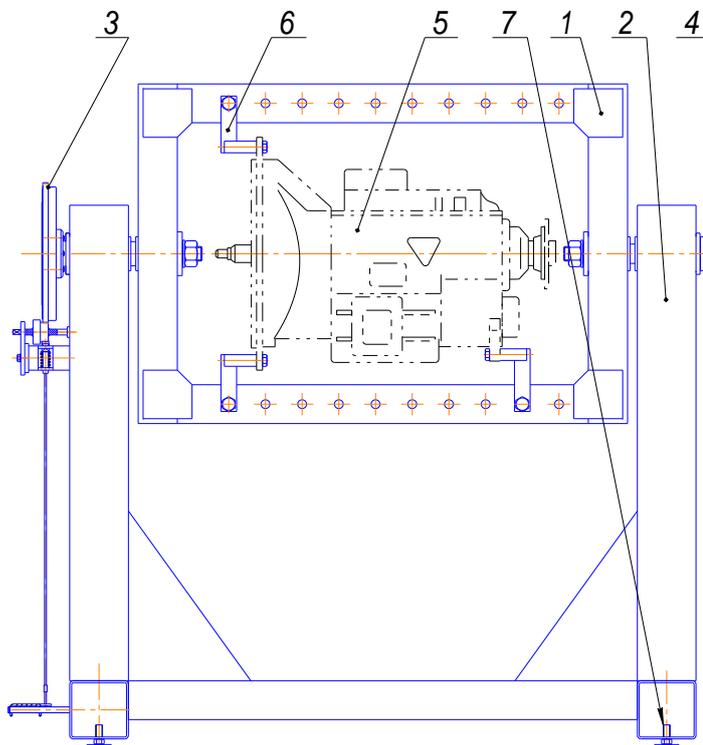
### 2.2.2 Выявление, оценка и общее конструктивное устройство стенда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

Предлагаемая конструкция стенда (рисунок 2.1) состоит из рамы 2, выполненной сварной из толстостенных квадратных труб, в верхней части расположена поворотная рама 1, имеющая возможность проворачиваться вокруг осей 4. Поворотная рама выполнена из труб также квадратного профиля что и основная рама, размеры профилей уменьшены но предусмотрены угловые усилители в местах сварки труб. На поворотной раме закрепляется ремонтируемая КП поз.5 или прочие узлы автомобиля, через сменные наборы регулируемых оснасток 6. Для монтажа различных наборов оснасток на поворотной раме имеется группа отверстий по всей длине рамы. В левой части рамы 2 установлен привод 3 вращения и фиксации поворотной рамы. Для обеспечения горизонтальности оси вращения поворотной рамы 1 под рамой 2 предусмотрены четыре регулируемые по высоте опоры 7.

Работа узла: После сборки или переноса стенда он устанавливается на основании пола с регулировкой горизонтальности оси крепления поворотной рамы (ось опор 4).

Предварительно КП или другой узел для ремонтных работ обязательно проходит чистку в моечной камере. КП подводится к стенду закрепленный на грузовой тали или лебедке, в подвешенном состоянии устанавливается

оснастка 6, при необходимости возможно вращать поворотную раму. При монтаже в поворотную раму, точки крепления оснастки к корпусу КП следует выбирать без повреждений, а также заранее предусмотреть достаточное место для размещения инструмента и доступ рукам оператора.



1 – рама поворотная; 2 – рама станда; 3 – привод поворотной рамы с фиксатором; 4 – ось вращения поворотной рамы; 5 – ремонтируемая КП; 6 – съемная универсальная оснастка;  
7 – регулируемая опора

Рисунок 2.1 – Схема станда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ

После монтажа КП выполняются необходимые сборочно-разборочные и ремонтные работы, для обеспечения доступа к КП со всех сторон вращается вручную ручка привода 3. Возможный слив отработанного масла производить в бак (на рисунке не показан) размещаемый в месте течи на полу.

После завершения ремонтных работ КП снимается в обратном указанном при монтаже порядке, электрической талью переносится на специальную тележку.

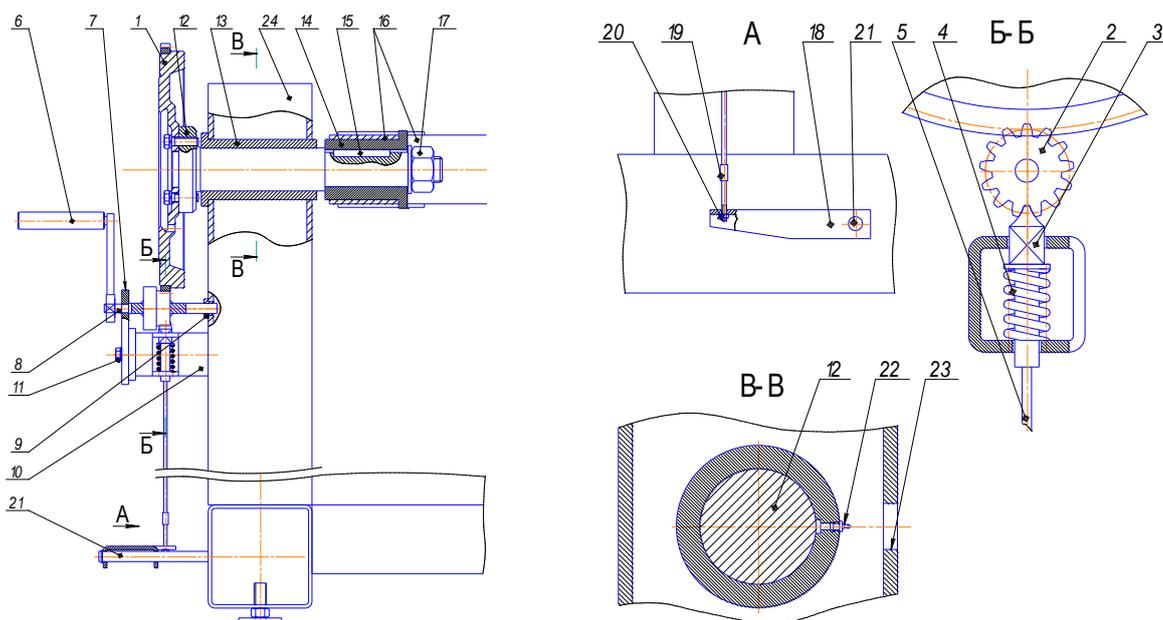
После окончания работы в конце смены с поверхностей кантователя и с пола убираются грязь и отходы, рабочие поверхности кантователя протираются маслянистой ветошью.

Рассмотрим узел привода и фиксации поворотной рамы (рисунок 2.2).

Расположен в левой части стенда, состоит из двух частей – верхней и нижней. В верхней расположена зубчатая передача с ручным приводом, в качестве зубчатых колес передачи использованы стандартные узлы двигателя - пара маховик 1 - шестерня стартера 2. Маховик является ведомым зубчатым колесом, закреплен на валу 12, который также является осью вращения поворотной рамы 16. Для соединения вала 12 с поворотной рамой и усиления в этом месте, в каркасе рамы вварена втулка 14, передача момента происходит через шпоночное соединение 15. От бокового смещения рама 16 удерживается гайкой 17.

В каркасе 24 вал устанавливается через вварную втулку 13 по скользящей посадке, для уменьшения износа во втулке предусмотрен смазочный сапун 22. Доступ к сапуну обеспечивается в отверстие 23 в раме стенда.

Шестерня 2 стартера является в механизме привода ведущей, установлена и приварена к оси 8. На наружном конце вала выполнены лыски для установки и передачи момента от приводной рукояти 6. Рукоять съемная, убирается в случае если мешает техпроцессу разборки-сборки КП. В месте, где оператор держит рукоять, предусмотрена втулка с плавающей посадкой, чтобы исключить натирание ладоней при вращении. От выпадения втулки наружный конец рукояти раскернен. После рукояти, в левой части установлена опора оси - пластина 7 кронштейна 10. Пластина съемная, крепление на двух болтах 11.



1 – маховик; 2 – шестерня стартера; 3 – стопор; 4 – пружина стопора; 5 – трос; 6 – приводная рукоять; 7 – пластина; 8 – ось шестерни; 9 – центрирующая втулка; 10 – кронштейн; 11 – болт; 12 – вал; 13 – втулка; 14 – втулка; 15 – шпонка; 16 – корпус поворотной рамы; 17 – гайка низкая; 18 – педаль фиксатора; 19 – обжимка троса; 20 – ось троса; 21 – ось педали; 22 – сапун; 23 – отверстие в каркасе; 24 – каркас стенда

Рисунок 2.2 – Узел привода и фиксации поворотной рамы

В правой части оси 8, в месте крепления к каркасу стенда устанавливается центрирующая втулка 9 скольжения. Отверстие внутри втулки имеет большую поверхность, чем в варианте крепления оси без установки втулки, это требуется для уменьшения износа оси 8 и обеспечения технологичности.

В кронштейне 10 размещен фиксатор вращения поворотной рамы с тросовым приводом (рисунок 2.2). Состоит из пружины 4, подпирающей стопор 3 во впадину между зубьями шестерни 2. Для сборки и разборки фиксатора в кронштейне 10 выполнено окно.

В нижней части привода расположена педаль 18 выключение стопора, она по скользящей посадке установлена на оси 21. На левом краю педали через резьбовую ось 20 проходит трос 5 привода фиксатора, трос закреплен

на оси алюминиевой обжимкой 19, при сборке привода натягивается гайкой на конце оси 20.

Работа узла.

В свободном состоянии, при работе на стенде, фиксатор 3 удерживает шестерню 2 от случайного вращения.

Для выключения фиксатора требуется нажатие ногой на педаль 18, она проворачивается на малый угол вокруг собственной оси 21, сжимая через трос 5 пружину 4, стопор выходит из зацепления с зубьями шестерни 2, позволяя вращать поворотную раму. При повороте следует удерживать педаль 18 в нажатом положении. Удаленность педали и приводной рукояти 6 от рабочей области стенда исключает попадание оператора в зону вращения рамы.

Вращение поворотной рамы осуществляется вручную рукоятью 6, момент передается через ось 8 и шестерню 2 на маховик 1 и его вал 12, вал проворачивается во втулке 13 каркаса 24, передает вращение через шпоночное соединение 15 на втулку 14 поворотной рамы 16. Вращение останавливают при достижении нужного наклона рамы, отпускают педаль 18, возобновляют разборочные и ремонтные работы на ремонтируемой КП

Таким образом, предложенная конструкция стенда максимально соответствует изложенным в ТЗ требованиям и рекомендациям.

### 2.2.3 Эстетические требования к разрабатываемой конструкции

Общий конструктивный стиль отдельных узлов должен создавать продуманный и гармоничный дизайн разрабатываемого изделия.

Форма очертаний узлов и деталей проста и строга и в большинстве случаев является повторением горизонтальных и вертикальных линий. Простота и открытость внешней формы обеспечивает содержание стенда в чистоте и упрощает удаление различных видов загрязнений.

Стенд-кантователь для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 окрашивается в соответствии с эстетическими требованиями и требованиями

безопасности. Все части корпуса стенда окрашиваются в светло-зеленый цвет, так как он является физиологически оптимальным для зрения человека, не оказывает влияния на нервную систему оператора и не снижает производительность труда. Движущиеся части окрашиваются ярко-красной эмалью.

#### 2.2.4 Эргономические требования

Конструкция стенда в целом эргономична, так как ее техническое обслуживание не сопряжено с большими неудобствами.

Рукоять управления легко доступна и находится на уровне согнутой в локте руки. Педаль, требующая длительного удержания, расположена внизу, для нажатия ногой. Доступ ко всем узлам и механизмам стенда также не вызывает никаких затруднений.

#### 2.2.5 Техника безопасности в конструкции

Выполнение требований техники безопасности обеспечивается проведением комплекса следующих мероприятий [5, 6]:

- выполнение требований пожаро- и взрывобезопасности путем оснащения участка для проведения ремонта средствами пожаротушения: пожарный щит, огнетушитель порошковый ОП-5, огнетушитель углекислотный ОУ-5 и ящик с песком (емкость 0,5 м<sup>3</sup>) на 50 м<sup>2</sup> площади помещения;

- обеспечение эргономики труда оператора;

- проведение инструктажей для слесарей МСР согласно ГОСТ 12.0.004-2015. «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения» с обязательным ведением журнала регистрации;

- соблюдение порядка и чистоты на рабочем месте;

- проверка крепления всех узлов стенда и исправности крепежа перед

проведением ремонтных работ.

Таким образом, предлагаемая конструкция стенда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 полностью соответствует техническим требованиям и рекомендациям, изложенным в ТЗ. Стенд является универсальным, себестоимость его изготовления значительно ниже представленных на рынке стендов аналогичного назначения отечественного и зарубежного изготовления.

## 2.3 Расчет элементов конструкции стенда – кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

### 2.3.1 Определение крутящих моментов

При определении крутящих моментов задаваться необходимо моментом, возникающим при установке коробки передач на поворотную рамку - момент возникает из-за смещения центра масс ремонтируемой коробки передач относительно оси вращения поворотной рамки (рисунок 2.3).

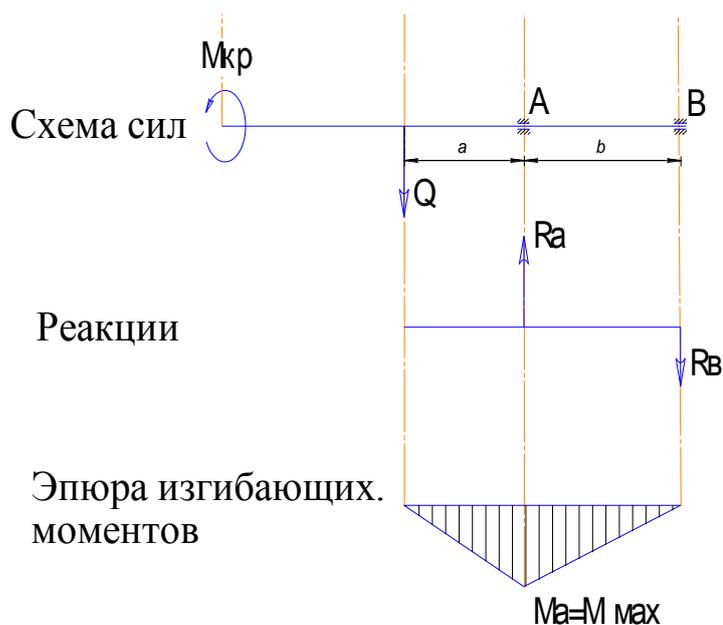


Рисунок 2.3 – Эпюра изгибающих моментов вала опоры нагрузочного устройства

Т.е. максимальный момент, а следовательно и все силовые нагрузки, может создать только ремонтируемая коробка передач.

Крутящий момент на выходном валу редуктора определяем по формуле (2.1) [21]:

$$M_{\text{вых}} = m \cdot l, \quad (2.1)$$

где  $m$  – масса коробки передач, масса коробки передач,  $m = 246 \text{ кг}$  ;

$l$  – плечо центра тяжести коробки передач,  $l = 0,182 \text{ м}$  .

$$M_{\text{вых}} = 246 \cdot 0,182 = 44,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент на приводной рукояти исходя из условия ручного привода, определяем по формуле (2.2):

$$M_{\text{пр}} = F \cdot l_p, \quad (2.2)$$

где  $F$  – усилие руки человека,  $F = 15 \text{ кг} = 150 \text{ Н}$ ;

$l_p$  – длина рукояти,  $l = 0,1 \text{ м}$  .

$$M_{\text{пр}} = 150 \cdot 0,1 = 15 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Подбор подшипника качения выполняется согласно коэффициента работоспособности по формуле (2.3) [23]:

$$C_p = Q \cdot \left( \frac{1}{n} \cdot L_h \right)^3, \quad (2.3)$$

где  $Q$  – приведенная нагрузка к условной реальной;

$n$  – частота вращения вала опоры;

$L_h$  – долговечность подшипника,  $L_h = 20000 \text{ ч}$ .

Приведенная нагрузка определяется по формуле (2.4):

$$Q = F \cdot K_k \cdot K_\rho \cdot K_\tau, \quad (2.4)$$

где  $F$  – усилия, создаваемые на подшипниках опоры А,  $F_1 = 314 \text{ кг}$ ,  
 $F_2 = 140 \text{ кг}$ ;

$K_\tau$  – температурный коэффициент,  $K_\tau = 1$ ;

$K_k$  – так как внутреннее кольцо вращается относительно вектора нагрузки,  $K_k = 1,35$ ;

$K_\rho$  – коэффициент безопасности,  $K_\rho = 1,8$ .

Подставив соответствующие значения в формулу (2.4), получим:

$$Q_A = R_A = 314 \cdot 1,35 \cdot 1,8 \cdot 1,0 = 763 \text{ кг.}$$

$$Q_B = R_B = 61,97 \cdot 1,35 \cdot 1,8 \cdot 1,0 = 340,18 \text{ кг.}$$

Подставив соответствующие значения в формулу (2.3), получим:

$$C_A = 763 \cdot \left( \frac{1}{20000} \right)^{0,3} = 24128,17.$$

$$C_B = 340,18 \cdot \left( \frac{1}{20000} \right)^{0,3} = 10757,43.$$

Производим сравнение значений  $C_A$  и  $C_B$  со справочными данными. Расчетное значение  $C_A$  меньше табличного для средней серии шарикового радиального сферического однорядного подшипника с одной защитной шайбой, условное обозначение подшипника – 60207, размер вала 20 мм; по значению  $C_B$  для второй опоры выбираем такой же серии подшипник с условным обозначением 60106, размер вала 20 мм.

На основании ранее принятых конструктивных размеров подшипника на обеих опорах 20 мм, принимается условное обозначение обоих подшипников – 60106, следовательно подбор подшипника произведен верно.

### 2.3.2 Расчет вала промежуточной опоры

В связи с тем, что рассчитываемый вал является частью нагрузочной опоры, представляющего собой цельный двухопорный вал, опасные сечения определяются по эпюрам и зависят от выбранной конструкции вала

Определим величину действующих сил по ранее составленной схеме сил (рисунок 2.3).

$Q$  – нагрузка на вал от веса маховых масс,  $Q = 174$  кг.

$R_A, R_B$  – реакции на опорах,  $R_A = 763$  кг,  $R_B = 340,18$  кг.

Изгибающий момент от силы тяжести груза  $Q$  определяется по формуле (2.5):

$$M_Q = R_A \cdot a, \quad (2.5)$$

$$M_Q = 763 \cdot \frac{66}{100} = 50,36 \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

### 2.3.3 Расчет диаметров вала

Определение диаметров вала проводится в два этапа.

а) Определение опасных сечений вала.

Концентратором\_max изгибающих и крутящих моментов согласно эпюры, представленной на рисунке 2.3 является сечения А

б) Определение диаметра вала.

Диаметр вала в опасном сечении определяется по формуле (2.6):

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{экв}}}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}} \quad (2.6)$$

где  $[\sigma_{-1}]$  – допускаемое напряжение на изгиб, для стали марки 40Х  $[\sigma_{-1}] = 500 \dots 600 \text{ кг/см}^2$ ;

$M_{\text{экв}}$  – приведённый момент

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{M_u^2 + 0,75 \cdot M_k^2}, \quad (2.7)$$

где  $M_u$  – суммарный изгибающий момент в опасном сечении,

$$M_u = 50,358 \text{ кг} \cdot \text{м} = 5035,8 \text{ кг} \cdot \text{см} ;$$

$M_k$  – крутящий момент, передаваемый валом,

$$M_k = 316,68 \text{ кг} \cdot \text{м} = 3166,8 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

$$\text{Тогда: } M_{\text{экв}} = \sqrt{5035,8^2 + 0,75 \cdot 3166,8^2} = 2796,4 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Подставив соответствующие значения в формулу (2.7), получим:

$$d = \sqrt[3]{\frac{279,64}{0,1 \cdot 500}} = 1,8 \text{ см}.$$

С учетом того, что ранее в данном опасном сечении вала диаметр конструктивно был принят равным 20 мм, проверочный расчет можно не выполнять.

В результате расчета получен тах диаметр вала в опасном сечении.

#### 2.3.4 Расчет втулки на смятие

Поверхности контакта соединяемых деталей проверяют на смятие по формуле (2.8):

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{P_{\text{ср}}}{d \cdot \delta_{\text{min}}} \leq [\sigma_{\text{см}}], \quad (2.8)$$

где  $\sigma_{\text{см}}$  – расчетное напряжение смятия;

$\delta_{\text{min}}$  – наименьшая толщина соединяемых деталей, находящихся в контакте с болтами, мм,  $\delta_{\text{min}} = 6 \text{ мм}$ ;

$[\sigma_{\text{см}}]$  – допускаемое напряжение смятия, для стали углеродистой

$$[\sigma_{\text{см}}] = (0,8 \dots 1,0) \cdot \sigma_m, \quad [\sigma_{\text{см}}] = (0,8 \dots 1,0) \cdot \sigma_m = 0,8 \cdot 280 = 224 \text{ Н/мм}^2.$$

Подставив соответствующие значения в формулу (2.8), получим:

$$\sigma_{см} = \frac{8333,3}{9 \cdot 6} = 154,32 \text{ Н/мм}^2 \leq [\sigma] = 224 \text{ Н/мм}^2.$$

Условие выполняется, значит размеры втулки рукоятки также были выбраны верно.

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 5000}{22 \cdot 19 \cdot 2,6} = 9,201 \leq 150 \div 180 \text{ МПа}.$$

Условие прочности выполняется.

## 2.4 Руководство по эксплуатации станда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

Руководство по эксплуатации станда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 (далее по тексту – станд) предназначено для изучения принципа действия станда и содержит сведения, необходимые для его правильной эксплуатации и обслуживания.

Ремонт станда выполняется поставщиками.

### 1 Описание и работа станда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

Станд-кантователь для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 предназначен для проведения сборочно-разборочных работ на коробке передач автобуса МАЗ-103 различных моделей (ЯМЗ, ZF).

Для повышения качества ремонтных работ станд оснащен поворотной рамой с зубчатым редуктором привода вращения рамы и фиксатором в промежуточных повернутых положениях.

#### 1.1 Технические характеристики станда

Технические характеристики станда представлены в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Технические характеристики стенда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

Параметр	Значение
2	3
Габаритные размеры:	
– длина, мм	1517
– ширина, мм	820
– высота	1163
Масса, кг	68
Тип	стационарный
Обслуживаемые коробки передач	ЯМЗ, ZF
Способ поворота	вручную с механической фиксацией в любом положении
Тип редуктора – червячный	- мощность редуктора – 0,5 кВт; - передаточное отношение – 10;
Угол поворота редуктора, град.	неограничен
Установленная безотказная наработка, ч, не менее	5000
Максимальная грузоподъемность, кг	600
Срок службы, лет	10

## 1.2 Комплект поставки

Комплект поставки стенда должен соответствовать перечню таблицы

2.3.

Таблица 2.3 – Комплект поставки стенда

Наименование	Количество, шт
1	2
Основные части	
Каркас стенда в разобранном виде	1
Крепёжные метизы	1
Регулировочные ножки в разобранном виде	3
Набор универсальной оснастки крепления КП	1
Бак для слива масла	1
Рама поворотная в сборе	1
Техническая документация	
Паспорт	1
Руководство по эксплуатации	1
Лист упаковочный	1

## 2 Общие меры безопасности

Любые изменения или модификации, вносимые в стенд без предварительного разрешения производителя, освобождают производителя от ответственности за возможный ущерб, нанесенный или вызванный вышеназванными действиями.

Стенд необходимо установить на горизонтальном, твердом, не имеющим повреждений полу и закрепить его к полу с помощью анкерных болтов.

Производитель не несет ответственности за вред, нанесенный вследствие невыполнения правил данного руководства по эксплуатации.

### 3 Общее описание и принцип работы стенда

Общий вид стенда показан на рисунке 2.1, устройство и принцип работы в п.2.2.2 пояснительной записки, аналогично устройство привода, оси поворотной рамы и фиксатора показано на рисунке 2.2.

### 4 Подготовка и порядок работы на стенде

1. Транспортируйте стенд на заранее подготовленное для монтажа место (ровное, сухое, горизонтальное бетонное основание) и расконсервируйте его.

2. Выполнить сборку стенда согласно сборочного чертежа:

- установить редуктор;
- установить подшипниковую опору правой стойки;
- собрать поворотную ось, зафиксировать гайкой;
- собрать корпус поддона;
- регулировать выступ для вращения редуктора;
- отрегулировать горизонтальность оси вращения поворотной рамы, подкладывая под ножки каркаса регулировочные пластины нужной высоты.
- смазать при необходимости синтетическим солидолом ГОСТ 4366-76 фиксатор и оси опорных роликов вращения поворотной рамы.

3. Проверить вращение поворотного диска в прямом и обратном направлении. Вращение диска должно быть плавным без рывков, заеданий и ощутимых усилий (не более 15...17 кг усилия оператора).

4. Перед началом работы проверяется работоспособность стопора, надежность крепления резьбовых соединений станда, люфт горизонтальной оси поворотной рамы.

5. Запрещается эксплуатация редуктора станда с ослабленной или слишком сильно зажатой пружиной фиксатора.

6. Рабочая область оператора должна быть чистой, без наличия мусора и посторонних агрегатов.

Порядок работы на станде:

1. Поднять ремонтируемую коробку передач при помощи какого-либо грузоподъемного механизма (предварительно коробка передач для ремонтных работ обязательно проходит чистку в моечной камере). Установить и надежно закрепить на коробке передач кронштейны.

2. Далее аккуратно опустить коробку передач на поворотную рамку (предварительно убедившись в том, что она установлена в исходном горизонтальном положении) и в подвешенном состоянии прикручиваются болты крепления кронштейнов к поворотной рамке.

3. Отсоединить стропы грузоподъемного механизма от коробки передач.

4. Вращением рукоятки 5 повернуть коробку передач в удобное для работы положение.

5. Произвести необходимые ремонтные работы.

6. Вернуть коробку передач в первоначальное горизонтальное положение.

7. Закрепить стропы грузоподъемного механизма на коробке передач и далее снять коробку передач, осуществляя операции, описанные в п. 2 в обратном порядке.

## 5 Меры безопасности при работе на стенде

К работам по управлению стендом, надзору за его работой, уходу, техническому обслуживанию и контролю разрешается допускать только персонал, знакомый с принципами проведения указанных работ и изучивший настоящее руководство по эксплуатации, а также прошедший инструктаж относительно связанных со стендом опасностей.

Перед началом работы необходимо убедиться, что ремонтируемая коробка передач надежно закреплена на кронштейнах.

Ежедневно перед началом работы проверяйте исправность и надежность крепления тяги фиксатора.

## 6 Техническое обслуживание

Регулярное техническое обслуживание способствует длительной и безотказной работе стенда.

Работы по техническому обслуживанию должны регулярно проводиться квалифицированными лицами в соответствии с указаниями производителя. При этом необходимо соблюдать существующие положения и требования охраны труда.

Перед началом каждой смены осмотрите червячный редуктор, особое внимание обратите на его крепление и целостность корпуса.

Роликовые опоры смазывать не реже двух раз в год солидолом синтетическим ГОСТ 4366-76.

Ежемесячно производите профилактический осмотр стенда и подтяжку всех крепежных деталей стенда.

Полную ревизию всего стенда проводить перед первым пуском на рабочем месте и затем регулярно раз в 2 года.

## 7 Гарантийные обязательства

Гарантируется исправная работа стенда в течение 12 месяцев со дня продажи, при условии эксплуатации его в точном соответствии с требованиями руководства по эксплуатации, но не более 18 месяцев со дня отгрузки заказчику.

В течение гарантийного срока предприятие-изготовитель производит ремонт или замену преждевременно вышедших из строя деталей и сборочных единиц.

Предприятие-изготовитель не несёт никаких гарантийных обязательств в случае использования стенда не по назначению и несоблюдению правил и условий эксплуатации указанных в данном руководстве по эксплуатации.

## 8 Сведения о рекламациях

Потребитель предъявляет рекламации предприятию-изготовителю на основании действующего положения о поставке продукции производственного назначения.

Детали и сборочные единицы заменяются предприятием-изготовителем при условии предоставления акта рекламации с полным обоснованием причин поломок.

В акте должны быть указаны наименование деталей и сборочной единицы, время и место выявления дефекта, а также подробно указаны обстоятельства, при которых обнаружен дефект.

### 3 Технологический процесс

#### 3.1 Виды коробок передач

Одним из ключевых агрегатов любого автомобиля является коробка переключения передач (КПП). Выбор типа КПП зависит от многих факторов. Различные виды коробок передач имеют как свои достоинства, так и недостатки. На автомобилях используют четыре основных вида КПП. Это механика, классический автомат, роботизированная коробка или робот, а также вариатор.

Основное предназначение любой автомобильной коробки переключения передач является изменение крутящего момента, передаваемого от двигателя к колесам, изменение скорости движения и изменение направления движения (вперед/назад). Некоторые типы коробок предусматривают также отключение двигателя от колес, в других КПП эту роль выполняет дополнительный узел, называемый «сцепление».

Механические КПП (рисунок 3.1) предназначены для ручного переключения передач. По принципу действия это многоступенчатый цилиндрический редуктор.

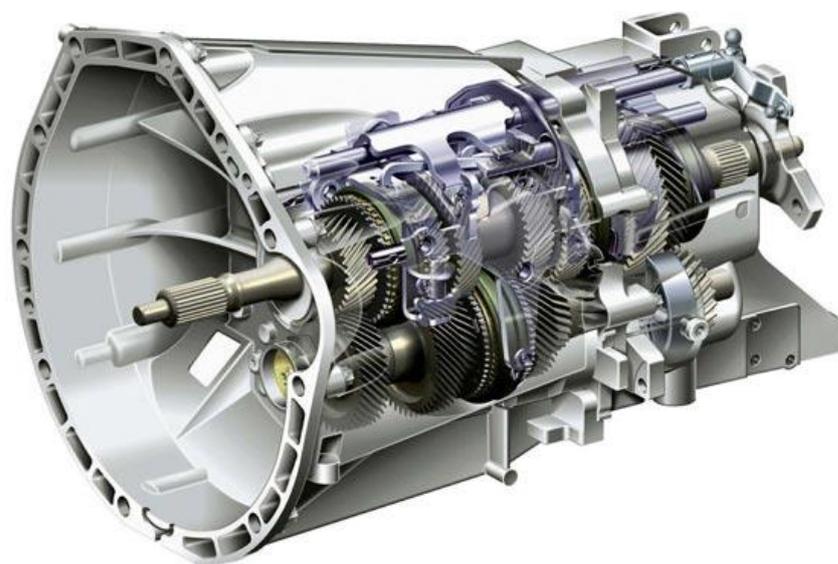


Рисунок 3.1 – Механическая КПП

Ступенчатая система переключения передач подразумевает конкретный коэффициент передачи для каждой пары шестеренок. Вычисляется передаточное число как соотношение количества зубьев на ведущей и ведомой шестеренке. Для первой передачи это соотношение самое большое. Это означает, что ведущая шестеренка самая маленькая, а ведомая – самая большая.

Механические коробки бывают двух вальные и трех вальные. Трех вальные используются, как правило, на более мощных легковых автомобилях, грузовиках и спецтехнике. Двух вальные часто устанавливают на автомобили с передним приводом.

Многим автомобилистам знаком особый звук, который издает автомобиль при движении на задней передаче. Его не спутаешь ни с чем и он похож практически у всех автомобилей. Происходит это потому, что зубья на передних и задней передаче разные. На задней передаче используются шестеренки с прямыми зубьями. Это дает возможность передавать большой крутящий момент, но расплачиваться приходится повышенным шумом. На передних передачах используются косозубые шестеренки – они работают более тихо, так как сцепление зубьев происходит постепенно, однако их КПД меньше.

Автоматическая коробка, в ее классическом понимании, имеет большую популярность среди автолюбителей. Её бесспорное преимущество является в том, что водителю не требуется отвлекаться на переключение передач. Для начала движения не нужно иметь особых навыков – просто поставил «D» и отпустил тормоз. За такой комфорт приходится расплачиваться более высоким, по сравнению с механикой коробкой, расходом топлива.

Рабочим элементом в АКПП является три набора шестеренок планетарной передачи. Название «планетарная передача» означает, что меньшие шестеренки вращаются вокруг большей центральной шестерни. Первый набор шестеренок называется «главной передачей». Он согласует

скорость двигателя и скорость езды. Другие два набора называются «входным редуктором» и «обратным редуктором». Далее следует набор муфт и рычагов, блокирующих различные части автоматической коробки, что дает возможность изменять скорость движения автомобиля или включать реверс.

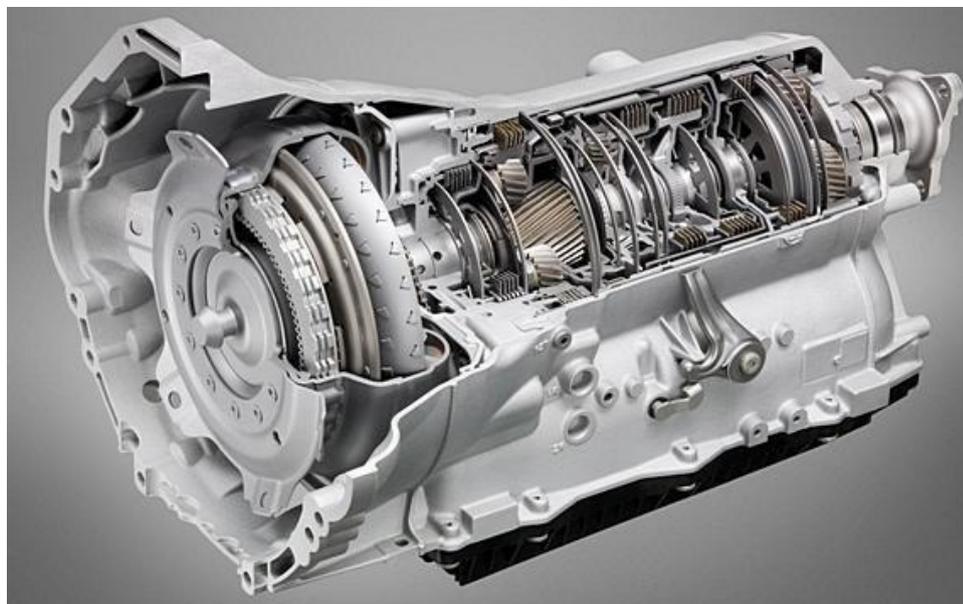


Рисунок 3.2 – Автоматическая КПП

Переключение передач происходит благодаря компьютеру, который включает нужные гидравлические клапаны, что приводит в движение соответствующие муфты планетарных шестеренок.

Автоматическая КПП позволяет двигателю работать в наиболее эффективном диапазоне мощности. Благодаря различным датчикам, компьютер определяет, когда необходимо включить ту или иную передачу или остановить автомобиль. Так что водителю не стоит беспокоиться об оптимальном режиме работы двигателя, а можно сосредоточиться исключительно на вождении.

В автоматической коробке передач гидротрансформатор играет роль сцепления. Гидротрансформатор – устройство, которое передает мощность от двигателя на автоматическую трансмиссию.

Большое преимущество такой системы в плавности передачи усилия. Однако КПД гидротрансформатора значительно ниже, чем у зубчатых передач, что и вызывает дополнительный расход топлива.

Трансмиссии с роботизированным переключением передач (рисунок 3.3), или «роботы», как их иногда называют, объединяют два предыдущих вида коробок. По своей сути, это механическая коробка переключения передач с двумя валами и сцеплением, которыми управляет компьютер. Таким образом, КПД такой коробки выше, двигатель всегда работает в оптимальном режиме, что позволяет получать максимум комфорта от езды.

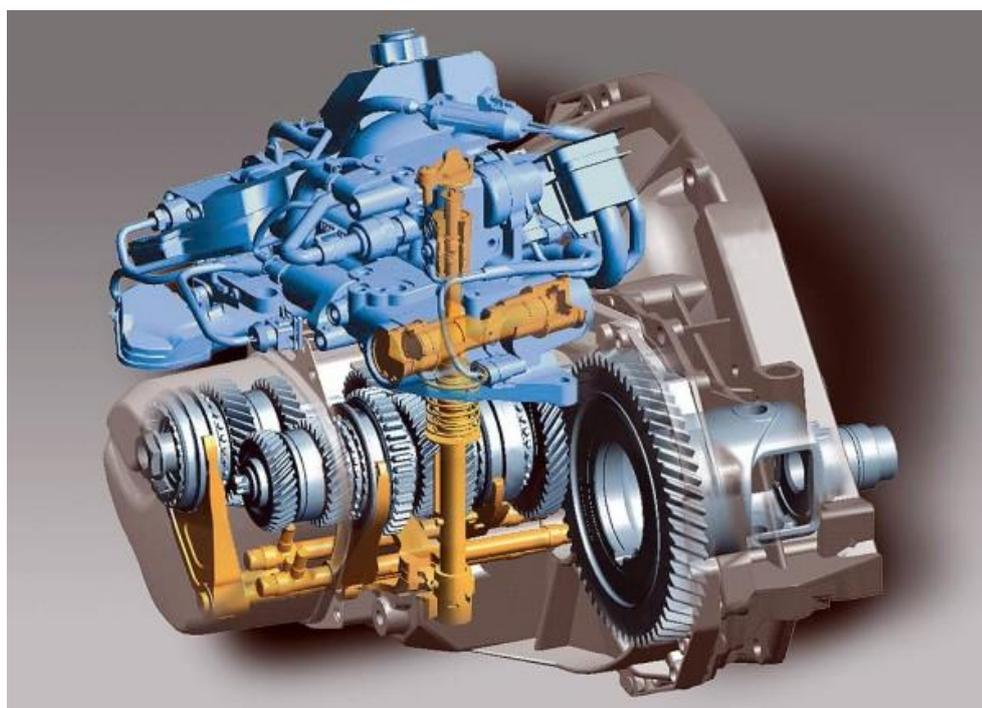


Рисунок 3.3 – Трансмиссия с роботизированным переключением передач

Недостатком такой коробки может являться то, что к ней нужно привыкнуть. При классическом ручном переключении передач водитель сам может сглаживать плавность хода автомобиля благодаря плавному выжиманию сцепления, и добавлению оборотов. При езде с роботизированной коробкой в момент включения передачи может

ощущаться небольшой рывок. Чтобы его компенсировать, производители придумали РКПП с двумя сцеплениями. Его суть такова: в момент переключения передач, компьютер одновременно готов подключить передачу на одну больше и на одну меньше. Благодаря этому переключение происходит практически мгновенно без рывков.

Вариатор (рисунок 3.4) – это бесступенчатая коробка переключения передач. Такая трансмиссия достаточно простая. Крутящий момент изменяется плавно, что обеспечивает абсолютную плавность хода. КПД такой коробки довольно высокий, так как отсутствуют дополнительные механизмы и шестерни.



Рисунок 3.4 – Вариатор

Вариатор состоит из двух шкивов, способных менять свой размер, и соединенных специальным ремнем, что позволяет подбирать наилучшее соотношение передаточных чисел.

Недостатком вариатора является его ограниченная применимость, связанная с невозможностью использовать на достаточно мощных

двигателях. Так что основная сфера применения такой системы переключения передач – городские малолитражные автомобили и скутеры.

### 3.2 Технологическая карта частичной разборки коробки передач автобуса МАЗ–103

В связи с ограниченным объемом пояснительной записки технологический процесс частичной разборки коробки передач автобуса МАЗ–103 представлен на листе графической части выпускной квалификационной работы.

Общая трудоёмкость 73 чел.–мин. (1,21 чел.–ч.). Исполнитель – слесарь по ремонту агрегатов 5–го разряда.

#### 4 Безопасность и экологичность стенда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

Технологический паспорт безопасности объекта – это документ, который требуется на всех опасных сооружениях и производствах. Он помогает не только сократить количество чрезвычайных ситуаций, происходящих на производстве по причине работы с потенциально опасными объектами, но и нужен для разработки плана на случай ЧС. Благодаря тому, что в Главном управлении МЧС находятся паспорта для всех опасных объектов на подконтрольной территории, повышается техногенная безопасность, а в случае аварии и персонал, и спецслужбы точно знают как действовать. Плюс ко всему, организации, работающие с взрывоопасными, радиоактивными, химическими и биологическими веществами, получают гарантию безопасности во время их производства, перевозки и использования. Промышленный уровень безопасности значительно повышается [18].

Создается и утверждается паспорт безопасности опасного объекта по нормам, установленным Российским законодательством, а также Приказом МЧС РФ. Основные документы, регулирующие разработку и предоставление документа были утверждены более десятилетия назад, но содержащиеся там рекомендации и правила актуальны и сегодня.

Необходимо разрабатывать паспорт безопасности по следующим причинам:

- оценка последствий в случае аварийной ситуации или ЧС;
- расчет рисков для персонала, оборудования, производства и населения;
- установление плана дальнейших действий для восстановления после происшествя;
- анализ подготовленности персонала на случай аварии, готовность персонала материальной базы к устранению последствий;

– составление плана действий для увеличения уровня защиты, а также проведение подробного инструктажа среди работников.

В документе фиксируются все вышеуказанные факторы с указанием уровня подготовленности, безопасности и степени риска. После заполнения один экземпляр остается на предприятии, а другой отправляется в местное самоуправление, которому поручено контролировать данный объект.

#### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика станда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

Технологический паспорт станда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 представлен в таблице 4.1 [19].

Таблица 4.1 – Технологический паспорт станда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

Технологический процесс	Технологическая операция	Занимаемая должность сотрудника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, устройство, приспособление	Одежда, материалы, вещества
1	2	3	4	5
Частичная разборка коробки передач автобуса МАЗ-103	1 Установка коробки передач на станд-кантователь 2 Снятие заборника масляного насоса 3 Снятие механизма дистанционного переключения передач 4 Снятие верхней крышки коробки передач 5 Снятие люка отбора мощности 6 Снятие фланца крепления карданного вала к	Слесарь о ремонту агрегатов пятого разряда	Станд-кантователь для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103	Спецодежда, перчатки, масло

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5
	ведомому валу коробки передач 7 Снятие крышки заднего подшипника ведомого вала 8 Снятие муфты выключения сцепления 9 Снятие вилки выключения сцепления			

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Рассмотрим воздействующие на человека опасные и вредные производственные факторы (таблица 4.2) в соответствии с классификацией, приведенной в ГОСТ 12.0.003-74, при выполнении работ на стенде-кантователе для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103.

Таблица 4.2 – Перечень основных вредных и опасных производственных факторов при выполнении работ на стенде-кантователе для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

Производственно-технологический процесс	Вредные и опасные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ)	Очаг происхождения вредного и/или опасного производственного фактора
1	2	3
Установка коробки передач автобуса на кантователь Снятие заборника масляного насоса Снятие механизма дистанционного переключения передач	Физические опасные и вредные факторы: – острые края, заусенцы и не соответствующая шероховатость стенда, коробки передач; Химические и опасные вредные факторы: – раздражающие; – токсические.	Стенд-кантователь для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103, коробка передач автобуса, набор инструмента

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
Снятие верхней крышки коробки передач	<p>Нервно-психологические перегрузки:</p> <p>– перенапряжение анализаторов; однообразное многократно повторяющиеся действия (монотонность труда). Психофизиологические опасные и вредные факторы:</p> <p>– статические и динамические физические перегрузки</p>	
Снятие люка отбора мощности		
Снятие фланца крепления карданного вала к ведомому валу коробки передач		
Снятие крышки заднего подшипника ведомого вала		
Снятие муфты включения		
Снятие вилки выключения сцепления		

### 4.3 Методы и средства снижения опасных и вредных производственных факторов

В таблице 4.3 представлены методы и средства снижения опасных и вредных производственных факторов.

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения опасных и вредных производственных факторов

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты персонала
1	2	3
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности стэнда, коробки передач	Рациональная планировка участка и расстановка оборудования, инструктаж, предупреждающие знаки, использование сертифицированного оборудования и инструмента	Спецодежда (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки, ботинки)
Перенапряжение анализаторов, монотонность труда	<p>Лечебно-профилактические мероприятия:</p> <p>– проведение предварительных, периодических медицинских освидетельствований работников для установления годности к выполняемой работе;</p> <p>– устройство комнат психологической разгрузки, физкультурных комнат;</p>	-

### Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
	– внедрение оптимальных режимов труда и отдыха	
Токсические, раздражающие производственные факторы	Санитарно-гигиенические мероприятия: 1) выдача спецодежды, спецобуви и других СИЗ; 2) выдача смывающих и обезвреживающих средств (мыла, кремов)	Спецодежда, респиратор, защитные очки

#### 4.4 Разработка комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Технические средства пожаротушения являются неотъемлемой частью всей системы безопасности. На производственных объектах и там, где существует повышенная опасность возникновения аварийных ситуаций, связанных с возгораниями, наличие технических средств для ликвидации пожаров обязательно. Требования к ним описаны в соответствующем техническом регламенте и отраслевых актах нормативной литературы. Некоторые правила и их своды выпущены во времена СССР, но продолжают действовать до сих пор.

Рассмотрим классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта [19]:

- первичные средства пожаротушения - внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1шт.;

- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);

- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов

соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду.

Идентификация класса пожароопасности и опасных факторов пожара приведена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация класса пожароопасности и опасных факторов пожара

Участок и его оснащённость оборудованием	Класс пожароопасности	Вредные и опасные факторы при пожаре
Технологическое оборудование в агрегатно-моторном отделении	класс В	Основные факторы: искры и пламя, тепловой поток, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, повышенная температура окружающей среды. Сопутствующие проявления пожара: части, фрагменты разрушившихся строений, опасные факторы взрыва, воздействие огнегасящих элементов

#### 4.5 Организационно-технические мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий

Организационно-технические мероприятия по предотвращению ЧС приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Организационно-технические мероприятия по предотвращению ЧС

Технологический процесс, оборудование	Варианты проводимых организационно-технических мероприятий	Требования, которые предъявляются для обеспечения ПБ, реализуемые эффекты
1	2	3
Стенд-кантователь для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103	Наличие свидетельства по ПБ на стенд-кантователь для ремонта двигателя КамАЗ	Приобретение оборудования с сертификатом на требования ПБ
	Проведение инструктажей по ПБ	Своевременное и регулярное проведение инструктажей по ПБ под роспись

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3
	<p>Выполнение регулярного и высококачественного осуществления планово-предупредительных и ремонтных работ</p>	<p>Профилактические работы на основании ранее разработанного и утвержденного графика. Определение приказом по организации работника, ответственного за осуществление планово-предупредительных и ремонтных работ</p>
	<p>Наличие в соответствии с требованиями законодательства РФ знаков и информационных табличек безопасности применяемых для соблюдения условий охраны труда и пожарной безопасности</p>	<p>Знаки безопасности применяемые для соблюдения условий охраны труда и пожарной безопасности, установленные в соответствии с требованиями законодательства РФ</p>
	<p>Размещение технологического оборудования в соответствии с требованиями ПБ</p>	<p>Должно быть обеспечено свободный доступ работающего персонала к путям эвакуации и средствам пожаротушения</p>
	<p>Материально-техническое обеспечение с целью безусловного выполнения функционального назначения во всех режимах эксплуатации, поддержки и своевременного обновления работоспособности</p>	<p>Исправное состояние огнетушителей и других средства пожаротушения Не допускать наличие и применение просроченных средств пожаротушения</p>
	<p>Разработка плана эвакуации людей в соответствии с п. 3.14 ГОСТ Р 12.2.143-2002</p>	<p>Наличие действующего плана эвакуации. Планы эвакуации вывешиваются на видных местах. Планы пересматриваются не реже одного раза в 5 лет. При изменениях в технологическом процессе, метрологическом обеспечении, при наличии информации об имевших место пожароопасных ситуациях планы уточняются в 15-дневный срок.</p>

#### 4.6 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Идентификация экологических факторов станда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 приведена в таблице 4.6 [19].

Таблица 4.6 – Идентификация экологических факторов станда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

Название технического объекта или технологического процесса	В каком месте планируется использовать устройство и кем	Влияние технического объекта на атмосферу	Влияние технического объекта на гидросферу	Влияние технического объекта на литосферу
Станд-кантователь для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103	Агрегатно-моторное отделение	Не выявлено	Не выявлено	Отработанные средства индивидуальной специальной защиты (спецодежда, перчатки), масло

#### 4.7 Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду

Перечень мероприятий, определяющих экологические факторы станда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 приведен в таблице 4.7 [17].

Таблица 4.7 – Перечень мероприятий, определяющих экологические факторы станда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103

Название технического объекта	Станда-кантователь для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103
Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного влияния на атмосферу	Проведение контроля за состоянием воздуха в рабочей зоне оператора. Применение фильтрующих элементов в вытяжных шкафах (зондах) участка диагностики.
Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного влияния на гидросферу	Проведение утилизации и захоронения выбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод соблюдая меры по предотвращению загрязнения почв

#### Продолжение таблицы 4.7

Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного влияния на литосферу	Выполнение сбора, накопления и хранения отходов в специальных закрытых емкостях (бочки, контейнеры и т.д.), которые установлены в специально отведенных местах. Вывоз ТБО и КТО осуществляется на основании договоров, заключенных со специализированными организациями по сбору и вывозу отходов, в соответствии с действующим законодательством
--	--

Выводы по разделу «Безопасность и экологичность стенда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103».

В разделе представлен обзор и оценка основных характеристик технологического процесса разбора двигателя КамАЗ-740, составлен технологический паспорт стенда-кантователя для ремонта двигателя КамАЗ (таблица 4.1).

Произведена идентификация опасностей в процессе производственной деятельности (таблица 4.2). Определены возможные профессиональные риски при выполнении частичной разборки коробки передач автобуса МАЗ-103. Вредными и опасными производственными факторами определены: острые края, заусенцы и не соответствующая шероховатость плоскости оборудования монотонность работы, движущиеся части стенда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103, физические перегрузки.

Рассмотрены методы и средства снижения опасных и вредных производственных факторов

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в агрегатно-моторном отделении (таблица 4.4).

Разработаны организационно-технические мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий в агрегатно-моторном отделении (таблица 4.5).

Проведена идентификация экологически опасных факторов стенда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103 (таблица 4.6) и разработан перечень мероприятий для обеспечения экологической

безопасности при выполнении работ на данном техническом объекте  
(таблица 4.7).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проработки темы выпускной квалификационной работы проведена следующая работа, а именно:

1. Проведен анализ конструкций стендов для ремонта коробки передач автобусов МАЗ, отечественных производителей. Выполнена сравнительная оценка основных параметров представленных стендов путем построения циклограммы и выявлена наиболее прогрессивная конструкция – Стенд для разбора двигателей Р-500. Особенности конструкции данного стенда были использованы при разработке нового оборудования.

2. Разработана конструкция стенда для ремонта коробки передач автобусов МАЗ, выполнены сборочные чертежи конструкции в графическом редакторе Компас-3D, проведены прочностные расчеты элементов конструкции стенда, составлено руководство по эксплуатации стенда.

Невысокие затраты на изготовление стенда и относительно простая конструкция позволяет изготовить стенд в условиях станции технического обслуживания и/или автотранспортного предприятия.

3. Рассмотрены виды коробок передач. Составлена технологическая карта частичной разборки коробки передач автобуса МАЗ-103 на спроектированном оборудовании.

4. Рассмотрен раздел «Безопасность и экологичность стенда-кантователя для ремонта коробки передач автобуса МАЗ-103», составлен технологический паспорт, определены возможные профессиональные риски при выполнении частичной разборки коробки передач автобуса МАЗ-103, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в агрегатно-моторном отделении, разработаны организационно-технические мероприятия по предотвращению ЧС, разработан перечень мероприятий для обеспечения экологической безопасности при выполнении работ на данном техническом объекте

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Специальное технологическое оборудование (СТО) [Текст] : Каталог. - БМ : б. и., 1979. - 364 с. : ил.

2 Иванов, В. П. Оборудование автопредприятий [Текст] : учебник для студентов учреждений высшего образования по специальности "Техническая эксплуатация автомобилей" / В. П. Иванов, А. В. Крыленко. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2014. - 301 с. : ил.

3 Кирсанов, Е. А. Основы расчета, разработки конструкций и эксплуатации технологического оборудования для автотранспортных предприятий [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Кирсанов, С. А. Новиков - М. : [б. и.], 19 - . - В надзаг.: Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т (Техн. ун-т). Ч. 1. - 1993. - 80 с. : ил.

4 Бурков, А. А. Проектирование оборудования и систем из него [Текст] : учеб. пособие / А. А. Бурков, Е. Б. Щелкунов, И. П. Конченкова. - Комсомольск-на-Амуре : КНАГТУ, 2006 (Комсомольск-на-Амуре). - 92 с. : ил.

5 Виноградов, В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 23.00.00 "Техника и технологии наземного транспорта", 20.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" (квалификация специалист) / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, В. Ф. Солдатов. - Москва. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 346 с. : ил.

6 Проектирование технологической оснастки для ремонта и обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин : практикум / Сев.-Кавказ. федерал. ун-т ; [сост. Н. Ю. Землянушнова, Н. И. Ющенко]. - Ставрополь : СКФУ, 2015. – 150.

7 Плаксин, А. М. Технологический расчет производственных подразделений автотранспортного предприятия [Текст] : учеб. пособие / А. М. Плаксин, Э. Г. Мухамадиев. - Челябинск : ЧГАУ, 2007 (Челябинск). - 68 с.

8 Круцило, В. Г. Расчет и проектирование производственно-технической инфраструктуры предприятия [Текст] : учеб. пособие / В. Г. Круцило, В. В. Плешивцев, А. В. Карпов. - Самара : [б. и.], 2007. - 292 с. : ил.

9 Напольский, Г. М. Технологический расчет и планировка автотранспортных предприятий [Текст] : учеб. пособие к курсовому проектированию по дисциплине "Проектирование предприятий автомоб. трансп." / Г. М. Напольский. - М. : [б. и.], 2003. - 43 с.

10 Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования [Текст] : метод. пособие для студентов оч. и заоч. обучения спец. 190600.62 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" / И. А. Волков, А. С. Рукодельцев, И. С. Тарасов ; Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. приклад. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород : ВГАВТ, 2014. - 51 с. : ил.

11 Теория проектирования подъемно-строительных, транспортно-дорожных средств и спецоборудования [Текст] : учебное пособие / Р. Р. Шарапов [и др.] ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 121 с. : ил.

12 Шестаков, В. С. Исследование и совершенствование способов графического представления оборудования в процессе технологической подготовки производства [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.11.14 / В. С. Шестаков. - СПб., 2016. - 23 с. : ил.

13 Ковалевский, В. И. Проектирование технологического оборудования и линий [Текст] : учеб. пособие / В. И. Ковалевский. - СПб. : ГИОРД, 2007 (СПб.). - 316 с. : ил.

14 Новиков, А. И. Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

[Текст] : лаб. практикум / А. И. Новиков ; Воронеж. гос. лесотехн. ун-т им. Г. Ф. Морозова. - Воронеж : ВГЛТУ, 2016. - 83 с. : ил.

15 Каталог продукции МАЗ. Минск: Тип. МАЗ, 2008. – 79 с.

16 Техногенные системы защиты среды обитания [Текст] : учеб. пособие / С. Г. Новиков [и др.]. - Курск : Учитель, 2016 - .Ч. 1 : Защита атмосферного воздуха. - 2016. - 92 с. : ил.

17 Оценка загрязнения атмосферного воздуха производственным участком автотранспортного предприятия [Текст] / А. Т. Туленов [и др.] // Естественные и технические науки. - 2015. - № 9. - С. 145-147. - Библиогр.: 2 назв. (Шифр в БД У2950/2015/9).

18 Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие [Текст] / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во Тольяттинский государственный университет, 2016. – 33 с.

19 Werner, E. Schmierungstechnik [Text] / E. Werner. - 1976. – p. 134.

20 Niemann, G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen [Text] / G. Niemann, H. Winter. - 2005. Springer, - p. 903.

21 Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems [Text] / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

22 Wittel, H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch [Text] / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.

23 Audibert, F. Waste Engine Oils - Rerefining and Energy Recovery [Text] / F. Audibert. - 2006. – 322 p.

24 Konig, R. Schmieretechnik [Text] / R. Konig. – Springer, 1963. – p.164.

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
Спецификация



