

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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 автомобильный сервис

(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему **Разработка конструкции стенда для ремонта коробок передач
автомобилей КАМАЗ**

Студент

В.А. Шадыева

(И.О. Фамилия)

(Личная подпись)

Руководитель

д.т.н., профессор Драчев О.И.

(ученая степень, звание, И.О.Фамилия)

Консультанты

к.т.н., доцент, А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О.Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

В данной работе основной акцент сделан на агрегатно-моторном отделении. Отделение является частью автотранспортного предприятия на 150 автомобилей КамАЗ. В ходе проработки агрегатно-моторного отделения была проведена работа по проектированию стенда для сборки-разборки и ремонта коробки переключения передач грузовых автомобилей. Согласно техническому заданию, были определены работы, выполняемые на АТП, график работ АТП, степень подготовки сотрудников, также было выбрано необходимое технологическое оборудование и проведено планировочное решение с расстановкой данного оборудования.

В ходе разработки была проведена работа по оценке рынка стендов для ремонта КПП, в которую входило оценка стоимости и характеристик. Сравнительный анализ характеристик кантователей отображен в циклограмме. Для выбранного АТП был проведен подбор лучшего оборудования, которое соответствовало соотношению цена-качество.

Основываясь на анализе рынка, была проведена работа по проектированию собственного стенда – стенд для ремонта коробки переключения передач автомобилей КамАЗ. Для разработанной единицы оборудования были построены чертежи конструкции, а также чертежи элементов стенда.

Проработан процесс проведения операций по разборке-сборке заднего моста на разрабатываемом стенде. Весь процесс разборки-сборки занесен в технологическую карту.

Проведена работа по улучшению эргономики спроектированного оборудования, проведена оценка рисков на рабочих местах в отделении, выявлены необходимые действия для сокращения рисков для работников.

Содержание

Аннотация	2
Содержание.....	3
Введение.....	5
1 Углубленная проработка агрегатно-моторного отделения	7
1.1 Назначение отделения	7
1.2 Выбор и обоснование услуг и работ, выполняемых в отделении	7
1.3 Персонал и режим его работы	8
1.4 Выбор технологического оборудования.....	9
1.5 Определение производственной площади	11
1.6 Обоснование объемно-планировочного решения	12
2 Анализ аналогов разрабатываемого технологического оборудования.....	14
2.1 Поиск аналогов разрабатываемого технологического оборудования.....	14
2.2 Стенд-кантователь Р-770Е	14
2.3 Стенд-кантователь Р-730.....	15
2.4 Стенд-кантователь Р-776К.....	16
2.5 Расчет показателей циклограммы	17
3 Разработка конструкции стенда для ремонта КПП автомобилей КамАЗ.....	20
3.1 Техническая характеристика стенда, без учета установленной КПП.....	20
3.2 Техническое предложение	20
3.2.1 Подбор материалов	20
3.2.2 Обзор и оценка аналогов.....	20
3.2.3 Устройство стенда	24

3.2.4 Требования к покраске разрабатываемого изделия	29
3.2.5 Эргономические требования.....	29
3.3 Расчет конструкции стенда.....	29
3.3.1 Расчет привода стенда	29
3.3.2 Прочностные расчеты.....	31
4 Технологический процесс разборки коробки передач автомобиля КамАЗ.....	36
4.1 Условия работы коробки передач	36
4.2 Технологический процесс разборки коробки передач.....	36
5 Безопасность и экологичность технологического объекта	40
5.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	40
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	41
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	42
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта..	43
5.4.1 Идентификация опасных факторов пожара	43
5.4.2 Разработка технических средств и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности	44
5.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара	45
5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	46
Заключение	49
Список используемой литературы	50
Приложение А Спецификация.....	55

Введение

«Согласно данным аналитического агентства «АВТОСТАТ», в 2020 году объем рынка новых грузовых автомобилей в России составил 74,8 тыс. единиц, что на 7,3% меньше, чем в 2019 году.

Традиционно первенство на этом рынке удерживает российский КАМАЗ, на долю которого в 2020 году пришлось 37% от общего объема. В количественном выражении это соответствует 27,8 тыс. штук – на 0,6% больше, чем в 2019 году. Вторую строчку рейтинга по-прежнему занимает другой отечественный бренд – GAZ, показатель которого составил 6,8 тыс. машин (-23,1%). В первую тройку по итогам прошлого года также вошел шведский бренд Scania (4,9 тыс. шт.; -12,4%).

Еще один шведский автопроизводитель – Volvo – на этот раз опустился на четвертую строчку рейтинга (4,5 тыс. шт.; -20,7%), а замкнул пятерку лидеров отечественный Ural (4,1 тыс. шт.; +27,3%).

Стоит отметить, что только два бренда из десятки лидеров по итогам прошедшего года демонстрируют рыночный рост, и самый большой он – у Ural (+27,3%). А вот самое сильное падение здесь эксперты зафиксировали у марки DAF (-34,3%)» [30].

«В модельной структуре рейтинга лидером, как и в 2019 году, остался КАМАЗ 43118, показатель которого составил 6,5 тыс. экземпляров (-4,4%). Следом идут: КАМАЗ 5490 (5,6 тыс. шт.; +6,3%), GAZ Gazon Next (5 тыс. шт.; -17,7%), КАМАЗ 65115 (4,7 тыс. шт.; -11%), и КАМАЗ 6520 (3,2 тыс. шт.; +18,9%). Из иномарок лидирует Volvo FH (3 тыс. шт.; -18,9%), расположившийся на шестой позиции рейтинга.

Отметим также, что в десятке моделей-лидеров по итогам 2020 года шесть оказались «в минусе». Максимальный рост отмечается у КАМАЗ 6520 (+18,9%), а наибольший спад – у MAN TGX (-34,8%).

Что касается итогов декабря 2020 года, то в этот период объем рынка новых грузовых автомобилей в России упал на 8,7% и составил 9,4 тыс. штук» [30].

В конце 1 квартала 2022 года условия работы в России существенно изменились, многие сферы деятельности сократили свои масштабы, но сферы, где используется грузовая техника, такие как дорожная, строительная сферы, грузоперевозки по стране, увеличили свои объемы. В связи с этим увеличился и необходимый автопарк подобным предприятиям, которые используют данный вид техники для своих потребностей.

Многие европейские бренды перестали поставлять автомобили и комплектующие к ним, что является несомненным минусом для грузовой сферы. Однако, это открывает возможность развития отечественного автопрома, что в обозримом будущем увеличит спрос на данные автомобили, а также появятся дополнительные заказы со стороны государственных подрядчиков.

В условиях трендов современного мира, а также политической обстановки целесообразно развивать инфраструктуру АТП, направленных на эксплуатацию и обслуживание парка отечественных автопроизводителей. Как наиболее перспективные выбираем автомобили КамАЗ.

1 Углубленная проработка агрегатно-моторного отделения

1.1 Назначение отделения

«Из-за малых размеров предприятия, небольшого количества автомобилей и малого объема работ моторное отделение совмещено с агрегатным, так как работы, проводимые в этих отделениях, являются технологически совместимыми. Поэтому на данном предприятии агрегатно-моторное отделение предназначено для проведения текущего и капитального ремонта двигателей и их отдельных механизмов и систем, а также для проведения разборочно-сборочных, моечных, диагностических, регулировочных и контрольных операций по коробке передач, рулевому управлению, ведущему мосту и другим агрегатам, и узлам, снятым с автомобиля для выполнения текущего ремонта» [6].

1.2 Выбор и обоснование услуг и работ, выполняемых в отделении

«Агрегатные работы включают замену неисправных агрегатов, механизмов и узлов на исправные. Замену в них неисправных деталей на новые или отремонтированные (соответствующего ремонтного размера), а также разборочно-сборочные работы, связанные с ремонтом отдельных деталей и подгонкой их по месту установки» [3].

«В отделении выполняются следующие виды работ:

а) По двигателю, его механизмам и системам:

- 1) Разборочно-сборочные по двигателю и его механизмам;
- 2) Мойка деталей двигателя;
- 3) Дефектовка;
- 4) Комплектация;
- 5) Диагностика технического состояния двигателя;

- 6) Шлифовка фасок и торцов клапанов;
 - 7) Шлифовка клапанных гнезд;
 - 8) Притирка клапанов;
 - 9) Проверка и правка шатунов;
 - 10) Проверка геометрии коленчатого вала;
 - 11) Правка коленчатого вала;
 - 12) Ремонт газораспределительного механизма;
 - 13) Проверка плоскостности блока цилиндров и головки блока.
- б) По узлам и агрегатам автомобиля:
- 1) Ремонт сцепления;
 - 2) Ремонт механической коробки передач;
 - 3) Обкатка КП;
 - 4) Обкатка мостов;
 - 5) Ремонт карданной передачи;
 - 6) Ремонт переднего и заднего моста;
 - 7) Ремонт рулевого управления;
 - 8) Ремонт ручного тормоза;
 - 9) Ремонт ходовой части;
 - 10) Ремонт тормозной системы;
 - 11) Ремонт и проверка энергоаккумуляторов;
 - 12) Ремонт и водяных насосов» [31].

Весь список работ проводится сотрудниками на линии агрегатно-моторного отделения. Работы выполняются в строгой последовательности для более качественного выполнения ремонта. Испытания и проверка деталей производится в изолированном помещении. Мойку компонентов производят в специальной комнате, предназначенной для данной операции.

1.3 Персонал и режим его работы

Проведение работ по проведению ТРМ (Total Production Maintenance – общепроизводственный ремонт) деталей автомобилей должны осуществлять только высококлассные специалисты, которые владеют всеми необходимыми навыками работы с любым производственным оборудованием, а также являются опытными пользователями компьютерной техники. В случае проведения некачественного ремонта, может возникнуть проблема не только с ремонтируемым компонентом, но и со всей системой работы автомобиля, следовательно, ремонт необходимо делать качественно сразу. Для выполнения работ качественно необходимо привлекать высококвалифицированный производственный персонал – слесарей только 4-го и 5-го разряда. Для мойки комплектующих можно привлекать слесарей 2-го разряда, так как выполнение данной операции не требует высокой квалификации.

Опираясь на проведенные расчёты в предыдущих разделах работами в данном отделении, будут заниматься 4 работника:

- 1 слесарь-моторист 5-го разряда;
- 1 слесарь-моторист 4-го разряда;
- 1 слесарь-агрегатчик 5-го разряда;
- 1 слесарь-агрегатчик 4-го разряда.

1.4 Выбор технологического оборудования

Оборудование должно отвечать всем требованиям современного мира и являться надёжной опорой предприятия. Бесконечные ремонты некачественного оборудования приведут к потерям как клиентов, так и финансов. Чтобы этого не допускать, в качестве поставщиков оборудования были выбраны отечественные компании, которые осуществляют свою деятельность в данном сегменте и предлагают необходимое оборудование. Это организации, которые занимаются продажей технологического

оборудования, а также реализуют организационную и технологическую оснастки для СТО и автомобильных транспортных предприятий. На рассматриваемой АТП будет обслуживаться автомобильный ряд марки КамАЗ. Для этого необходимо будет использовать специализированное технологическое оборудование.

Перечень необходимого оборудования приведен в таблице технологического оборудования (таблица 1).

Таблица 1 – «Табель технологического оборудования»

Наименование оборудования	Модель	Количество	Габаритные размеры, мм
Стенд обкаточно-тормозной для автотракторных двигателей	КИ-5520	1	4170x1560x1600
Персональный компьютер с устройством вывода информации	-	1	-
Стол компьютерный со стулом	-	1	600x800x900
Стенд для обкатки с нагрузкой коробок передач	КС-2	1	2990x845x1000
Топливный бак	-	1	1250x300x1800
Установка для шлифовки фасок и торцов клапанов	Р-186	1	550x430x300
Приспособление для шлифовки клапанных гнезд	Р-176	1	312x238x72
Электрошкаф	-	1	300x600
Приспособление для притирки клапанов	Р-177	1	360x180x80
Пресс электрогидравлический	Р-338	1	470x200x860
Стенд для разборки-сборки и регулировки сцеплений	Р-176	1	590x580x1030
Передвижная ванна для мойки мелких деталей	ОМ-1316	1	1050x500x100
Стенд для разборки-сборки двигателей	Р-776	1	1850x1050x1050
Плита для контроля плоскостности блока и головки блока цилиндров	-	1	1000x750x1000
Стол для контроля и сортировки деталей	-	1	2000x800x1050
Шкаф инструментальный	КО-390	1	710x600x1500
Реостат жидкостный	-	1	650x650x1500
Верстак слесарный	ВС-1	3	1200x800x900
Стеллаж для деталей	-	1	1000x500x2000
Верстак слесарный	-	1	600x800x900
Ларь для обтирочных материалов	-	1	400x510x800
Универсальные центры для проверки валов	-	1	1500x600x1200

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Станок сверлильный настольный	Р-175М	1	550x330x680» [3]
«Лабораторный сушильный шкаф	СНОЛ-35	1	610x665x960
Ларь для утиля	-	2	520x680x1150
Пресс напольный гидравлический, грузоподъемность 30 т.	ППП-30	1	700x1200x1800
Стенд для разборки-сборки пружинного энергоаккумулятора тормозной камеры автомобиля «КамАЗ»	С-1	1	380x370x580
Универсальный стенд для разборки, редукторов мостов и коробок передач	Р-600	1	1180x670x1000
Стенд для разборки-сборки передних и задних мостов грузовых автомобилей	2450	1	1095x780x1100
Маслостанция	-	1	660x400x1400» [3]

1.5 Определение производственной площади

«Первоначально площадь отделения определяем по суммарной площади оборудования и коэффициенту плотности его расстановки» [3].

$$F_{np} = K_{nl} \cdot \sum F_{обор} \quad (1)$$

где $\sum F_{обор}$ – суммарная площадь, занимаемая оборудованием;

K_{nl} - коэффициент плотности расстановки оборудования. Для отделения предприятия с крупногабаритным подвижным составом принимаем $K_{nl} = 4,0$ » [1].

$$\begin{aligned}
F_{np} = & 4,0 \cdot (4,17 \times 1,56 + 0,6 \times 0,8 + 0,93 \times 1,2 + 1,25 \times 0,3 + 0,55 \times 0,43 + \\
& + 0,312 \times 0,238 + 0,34 \times 0,42 + 0,36 \times 0,18 + 0,47 \times 0,2 + 1,9 \times 2,28 + 1,05 \times 0,5 + \\
& + 1,85 \times 1,05 + 1,0 \times 0,75 + 2,0 \times 0,8 + 0,71 \times 0,6 + 0,705 \times 0,5 + 1,2 \times 0,8 \times 5 + 1,0 \times 0,5 + \\
& + 0,6 \times 0,8 \times 2 + 0,4 \times 0,51 + 1,5 \times 0,6 + 0,55 \times 0,33 + 0,61 \times 0,665 + 0,52 \times 0,68 + 0,7 \times 1,2 + \\
& + 0,38 \times 0,37 + 0,755 \times 0,9 + 1,18 \times 0,67 + 1,095 \times 0,78 + 0,93 \times 0,6 + 0,59 \times 0,58 + \\
& + 0,66 \times 0,4 + 1,4 \times 0,9 = 4,5 \cdot (6,51 + 0,48 + 1,12 + 0,38 + 0,24 + 0,07 + \\
& + 0,14 + 0,06 + 0,09 + 4,33 + 0,53 + 1,94 + 0,75 + 1,6 + 0,43 + 0,35 + 0,96 \times 5 + 0,5 + \\
& + 0,48 \times 2 + 0,2 + 0,9 + 0,18 + 0,41 + 0,35 + 0,84 + 0,14 + 0,68 + 0,79 + 0,85 + 0,56 + 0,34 + \\
& + 0,26 + 1,26) = 4,0 \times 20,2 \approx 81 \text{ м}^2
\end{aligned}$$

Итоговая площадь участка складывается из площадей оборудования, расстановки их, а также должна учитываться схема производственных потоков. Расстановка оборудования осуществляется в соответствии с нормами проектирования СТО, учитывается контур всего оборудования. Также учитывается периметр безопасности вокруг каждой единицы оборудования. Учитывая все приведенные данные, а также закладывая возможность перемещения оборудования, в связи с расширением, итоговую площадь считаем равной $F_{АМОТ} = 51 \text{ м}^2$, а площадь для проведения обкатки компонентов равной $F_{пробк} = 30 \text{ м}^2$.

1.6 Обоснование объемно-планировочного решения

У внешней стены здания производственного корпуса рядом с постами ТР, где происходит разбор и снятие-установка компонентов, располагается агрегатно-моторное отделение совместно с помещением для проверки двигателей и агрегатов. Данная расстановка позволяет сократить время и трудозатраты на доставку снятых с автомобилей компонентов на рабочее место оператора. Чтобы облегчить передвижение между отделами, двери должны быть широкими, в которые сможет без труда пройти тележка. Также, двери необходимы раздвижные. Это помогает облегчить перемещение узлов и агрегатов в отделении.

Сортировка деталей осуществляется на столе, расположенном у внешней стены отделения. Дефектовочные, контрольные и комплектовочные работы также осуществляются на данном столе. Верстаки с оборудованием для ремонта цилиндров находятся вдоль правой стены отделения. Также вдоль этой стены располагаются шкаф для нагрева деталей и настольный сверлильный верстак.

Стенды для проведения работ по разборке и сборке комплектующих, кантователи для проведения работ с редукторами мостов и коробок передач, а также мобильный верстак для проведения работ по разборке сцеплений и стенд для проведения работ по разбору и ремонту двигателей находятся по центру помещения. Все узлы и комплектующие перемещаются в отделении и устанавливаются на стенды при помощи кран-балки с грузоподъемностью в 2 тонны.

Чертеж участка выполнен в масштабе 1:15. На чертеж нанесены указания структурных элементов здания, такие как стены, двери, оконные проемы и т.д. Чертеж выполнен с привязкой к генеральному плану здания. Нанесены условные обозначение оборудования, рабочих мест. Обозначены расстояния между оборудованием, а также привязка к элементам здания. Также обозначены вентиляционная система, потребители электроэнергии и т.д.

Выводы: в разделе представлена углубленная проработка агрегатно-моторного отделения.

2 Анализ аналогов разрабатываемого технологического оборудования

2.1 Поиск аналогов разрабатываемого технологического оборудования

Занимаясь выбором темы, а также проработкой производственного участка, стало понятно, что необходимо спроектировать стенд для ремонта коробки передач автомобилей КамАЗ. Разрабатываемый стенд должен был отвечать всем требованиям правил безопасности, быть спроектирован согласно ГОСТ, а также быть простым и дешевым в эксплуатации.

Опираясь на тему проекта, была проведена оценка рынка и выбраны самые популярные единицы технологического оборудования:

- Стенд-кантователь Р-770Е
- Стенд-кантователь Р-730
- Стенд-кантователь Р-776К

2.2 Стенд-кантователь Р-770Е

В качестве исходного варианта конструкции предложено использовать описание стенда Р-770Е (рисунок 1, таблица 2).

«Стенд для сборки и разборки двигателей Р770Е предназначен для:

- ремонтных подразделений автотранспортных предприятий.
- сборки и разборки автомобильных двигателей и агрегатов.

Стенд предусматривает климатическое исполнение "У" категории размещения 4 по ГОСТ 15150-69» [31].

Таблица 2 – «Технические характеристики

Характеристика	Значение
1	2
Тип	стационарный
Грузоподъемность, кг	2000
Способ поворота	электродвигателем через червячный редуктор
Угол поворота двигателя, град.	360
Напряжение питания, В	380
Установленная мощность, кВт	0,75
Частота вращения шпинделя (траверсы), мин –1, не более	2,5
Габаритные размеры, мм, не более:	
- длина	2282
- ширина	1060
- высота	1425
Масса, кг, не более	460
Срок службы, лет	8
Ресурс до среднего ремонта, ч	3000» [31]

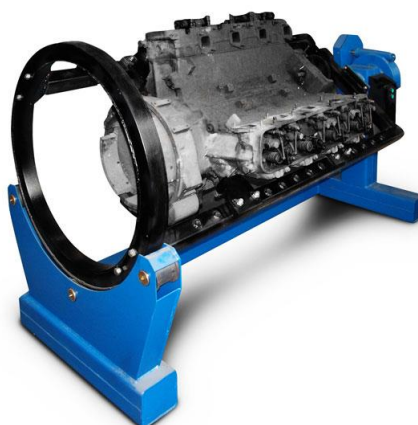


Рисунок 1 – Стенд-кантователь Р-770Е

2.3 Стенд-кантователь Р-730

В качестве второго аналога рассматривается конструкция стенда Р-730, которая очень схожа с предыдущей конструкцией (таблица 3, рисунок 2).

Таблица 3 – Технические характеристики Р-730

Характеристика	Р-730
1	2
Тип устройства	Ручной
Максимальная грузоподъемность станда, т	2
Поворотный механизм	в ручном режиме, используя червячный редуктор
Поворотный угол двигателя	360 (градусы)
Используемое напряжение	380 (В)
Мощность станда	0,75 (кВт)
Вращательная частота траверсы	2,5 оборота в минуту
Длина	2388
Ширина	1060
Высота	1425
Масса устройства, кг	385
Цена, руб	87 000

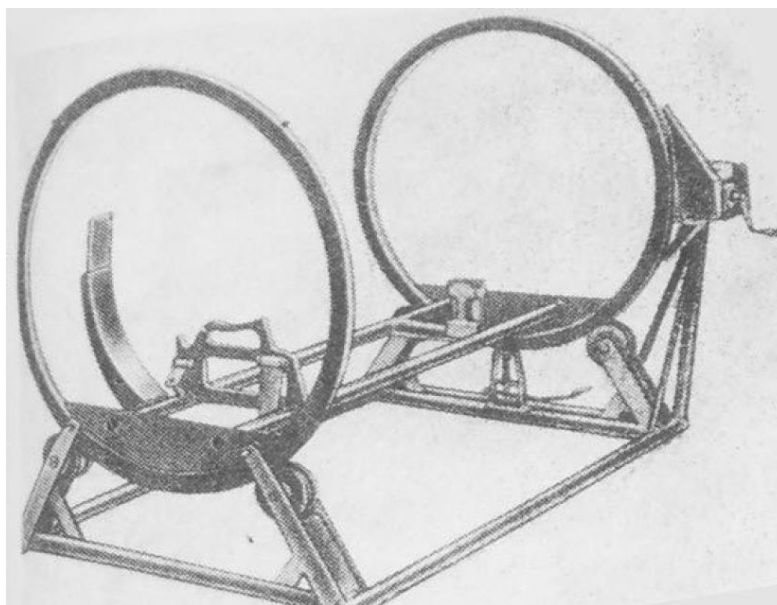


Рисунок 2 - Стенд-кантователь Р-730

2.4 Стенд-кантователь Р-776К

Стенд для разборки и сборки двигателей, КамАЗ, ЯМЗ, Д-245, электромеханический (таблица 4).

Таблица 4 – Технические характеристики Р-776К

Характеристика	Р-776К
1	2
Напряжение питания, В	380
Мощность двигателя, кВт	0,55
Угол поворота обслуживаемого двигателя	360
Длина, мм	1480
Ширина, мм	810
Высота, мм	1070
Масса, кг	330
Грузоподъемность, кг	2200
Цена, руб	66200



Рисунок 3 – Стенд-кантователь Р-776К

2.5 Расчет показателей циклограммы

В разделе представлен расчет показателей циклограммы.

а) Важная часть станда привод. Электрический привод удобнее в применении, в следствие чего, на общем качестве станда электрический привод будет выражаться 1, а ручной привод 0,5.

$$P_1 = \frac{0,5}{1} = 0,5 \quad (2)$$

$$P_2 = \frac{0,5}{1} = 0,5 \quad (3)$$

б) В данной конструкции вес ни на что не влияет, в связи с чем его следует уменьшить.

$$P_1 = \frac{445}{385} = 1,2 \quad (4)$$

$$P_2 = \frac{445}{300} = 1,5 \quad (5)$$

в) Проектируемый стенд должен иметь грузоподъемность 1000кг.

$$P_1 = \frac{2000}{1800} = 1,1 \quad (6)$$

$$P_2 = \frac{2000}{2200} = 0,9 \quad (7)$$

г) Достаточно важным аспектом является срок службы до капитального ремонта. Чем больше срок эксплуатации, тем реже придется проводить ремонтные работы оборудования.

$$P_1 = \frac{4}{2} = 2 \quad (8)$$

$$P_2 = \frac{3}{2} = 1,5 \quad (9)$$

д) Минимальная площадь оборудования увеличит максимальное качество проекта.

$$P_1 = \frac{2,6}{2,1} = 1,25 \quad (10)$$

$$P_2 = \frac{2,6}{2,9} = 0,87 \quad (11)$$

е) Стоимость аналога важная часть, на которую нельзя закрывать глаза.

$$P_1 = \frac{114500}{87000} = 1,3 \quad (12)$$

$$P_2 = \frac{114500}{66200} = 1,73 \quad (13)$$

По полученным значениям формируется циклограмма. Значение аналога везде принимается за 1 (таблица 5).

Таблица 5 – Сводная таблица характеристик станков

Параметры	P-770E	P-730	P-776K	Разрабатываемый станд
Привод	электрический	ручной	ручной	ручной
Вес, кг	445	385	300	85
Грузоподъемность, кг	2000	1800	2200	700
Срок до кап. ремонта, год	4	3	2	1,5
Площадь конструкции, м ²	2,6	2,1	2,9	0,8
Стоимость, руб.	114500	87000	66200	-

Выводы: исходя из данных в таблицы была построена циклограмма с наглядностью о преимуществах того, или иного оборудования. Глядя на нее, становится понятно, что станок P-730 является лучшим аналогом проектируемой конструкции. Будущий проект будет формироваться на основании конструкторских особенностях данного станка.

3 Разработка конструкции стенда для ремонта КПП автомобилей КамАЗ

3.1 Техническая характеристика стенда, без учета установленной КПП

Таблица 6 – Технические характеристики стенда

Характеристика	Значение
1	2
длина стенда, мм	не более 1000
ширина стенда, мм	не более 900
высота стенда, мм	не более 1500
масса стенда в сборе без установки КП, кг	не более 100
тип привода	ручной

3.2 Техническое предложение

3.2.1 Подбор материалов

При проектировании используются материалы, собранные в ходе исследований разрабатываемой конструкции на патентную чистоту, весь список рекомендуемой литературы, курс лекций кафедры «ПЭА».

3.2.2 Обзор и оценка аналогов

Перед началом проектирования нового стенда необходимо рассмотреть все возможные аналоги стенда, а также те, которые наибольшим образом подходят под требования разработки.

Предполагается, что будут выбраны аналоги для дальнейшей оценки их, подходят они под техническое задание или нет. Также, необходимо оценить компоновочные характеристики, рассмотреть хорошие и плохие качества стенда-аналога. После проведение оценки рынка, необходимо сформировать результаты, по итогам которых будет выбрана конструкция

проектируемого стенда. Анализ проводится для минимизации негативных свойств у разрабатываемого проекта.

Первым стендом аналогом является Р-776Е. По своим характеристикам он идеально подходит под требования ТЗ.

Визуально стенд изображен на рисунке 4. Характеристики стенда приведены в таблице 6. Чертеж с отображением габаритных размеров на представлен в рисунке 5.

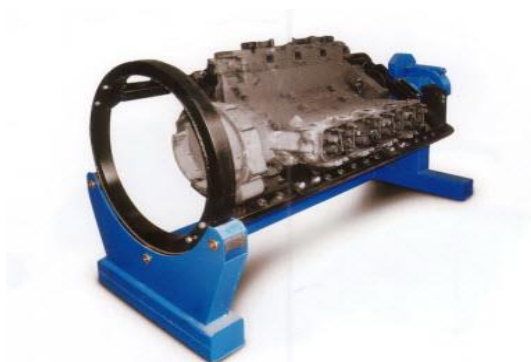


Рисунок 4 – Стенд Р-776Е

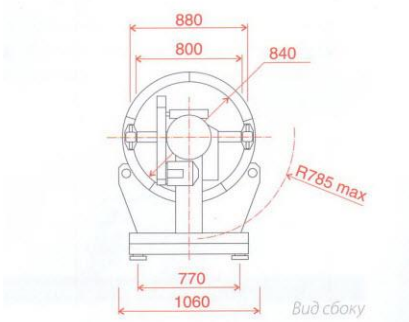
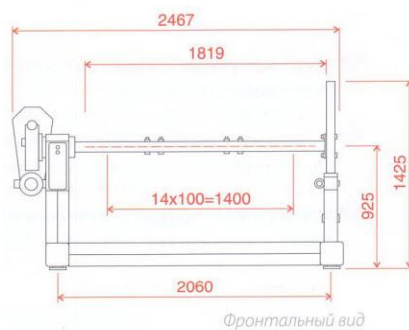


Рисунок 5 – Стенд Р-776Е (габаритные размеры)

Стенд практически идеально подходит, однако есть недостатки:

а) Стенд является универсальным и может подходить практически под все виды автомобилей. Но, так как в техническом задании не прописано требование по универсальности стенда, необходимо будет отказаться от подобной опции. Однако, необходимо предусмотреть возможность дальнейшей модификации стенда в случае, если это понадобится. Данное решение поможет сократить компоновочное решение стенда, что повлечет за собой и снижение стоимости проектирования;

б) Площадь стенда относительно маленькая. Опоры также маленькие. Это позволяет добиться низкой компоновки, однако вызывает сомнения касательно устойчивости данной единицы оборудования. Чтобы увеличить гарантированную устойчивость конструкции необходимо разнести опоры кантователя. Это решения также улучшит и внешний вид конструкции, вид станет более эстетичным;

в) Стенд очень тяжелый из-за использования большого количества металла в несущей части оборудования. Это также ведет к увеличению стоимости конструкции. Как возможный вариант решения проблемы можно рассмотреть замену листового металла на сварной каркас из профильных труб. Можно использовать квадратное или прямоугольное сечение. Это позволит сократить и вес конструкции, и стоимость проектирования, а также сохранить жесткость;

г) В стенде используется червячный редуктор. Это одно из самых распространенных решений при проектировании оборудования. Однако, использование и обслуживание подобного агрегата является дорогим удовольствием. Использование червячного редуктора остается как потенциальный вариант, но нужно также рассмотреть и иные варианты, которые будут более простыми как в использовании, так и в изготовлении.

Вторым на рассмотрении стендом является Р-730 (см. рисунок 6). Стенд стационарный, подвижная рама приходит в движение за счет ручного привода. Привод приводит раму в движение посредством червячного редуктора. Однако, рама и редуктор соединены не напрямую, а при помощи цепи.

Из-за своей простоты в конструкции стенда могут использоваться детали, изготовленные с низкой точностью. Этими деталями являются части неподвижной и подвижной конструкции. Иными словами, тратить дополнительные силы и средства на точную регулировку и подгонку нет необходимости.

В случае, если с цепью произойдет нештатная ситуация, раму можно зафиксировать при помощи штыря. Штырь находится в опорном обруче и натянут при помощи пружины.

В остальном, данный стенд похож на предыдущий, поэтому приводить его характеристики нет необходимости.

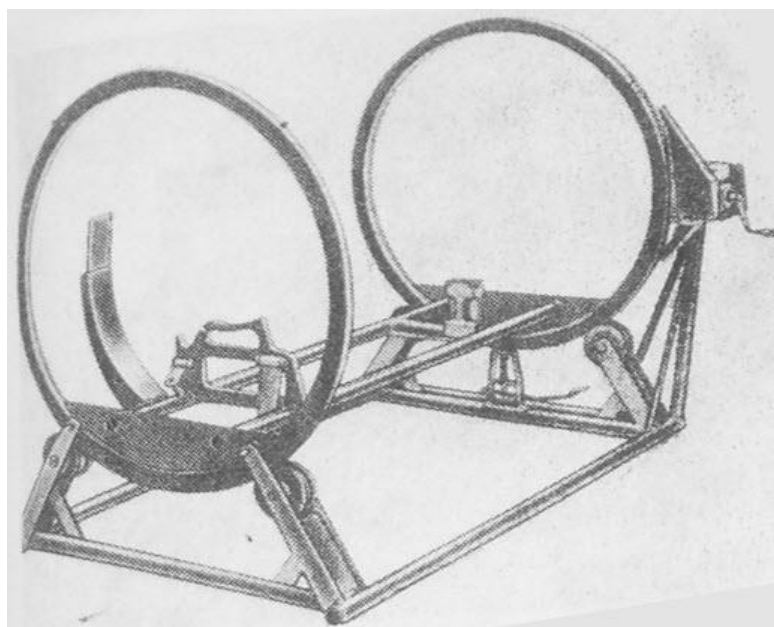


Рисунок 6 – Стенд Р-730

Из преимуществ можно выделить:

- а) Дешевая конструкция. При изготовлении каркаса данного стенда применяются простые профильные уголки, а также все остальные комплектующие являются дешевыми при производстве и дальнейшей эксплуатации. Такие детали можно изготовить собственными силами в условиях станции технического обслуживания или автомобильного транспортного предприятия;
- б) Стенд является устойчивым за счет жесткой каркасной конструкции, что является отличным компоновочным решением.

Недостатками данного стенда являются:

- а) Поворотная рама является хрупкой конструкцией. Связующие балки располагаются в нижней части стенда, чем и вызван этот недостаток;
- б) Стенд выглядит не в соответствии с современными требованиями к технологическому оборудованию.

3.2.3 Устройство стенда

- а) Общее конструктивное устройство стенда (см. рисунок 7)

Проектируемый стенд состоит:

- рама 1 – стальные трубы сварены между собой;
- регулируемые опоры 2, которые могут вращаться в трубах каркаса;
- ремонтируемая коробка передач 3, которая крепится на диски 4 и 5;
- диски 4 и 5, которые устанавливаются на ролики 9, на которых крепится КПП. В диске 5 КПП крепится при помощи фиксирующего кронштейна 6. Также, в диске 5 просверлены отверстия, чтобы его можно было легко крутить оператору, а также для необходимой работы фиксатора 7;
- фиксатор 7 – работа данного устройства приведена в следующем разделе;

- ролики 9 – 4 штуки, на этих роликах располагаются диски, на которых закрепляется КПП для дальнейшего ремонта;
- оси 10, которые установлены в специальных проушинах 8, которые в свою очередь находятся в корпусе стенда – предназначены для свободного вращения роликов 9;
- поддон 11 для хранения масла с фильтрующей сеткой для исключения попадания инородных предметов в масло. В сетке имеется контролер количества масла в поддоне. Поддон находится внизу рамы 1.

Принцип работы на стенде.

Перед началом работ коробку передач необходимо почистить на моечном участке. К стенду КПП доставляют при помощи кран-балки, крепления агрегата устанавливают в диски 4 и 5. В диске 5 крепление фиксируется при помощи кронштейна 6.

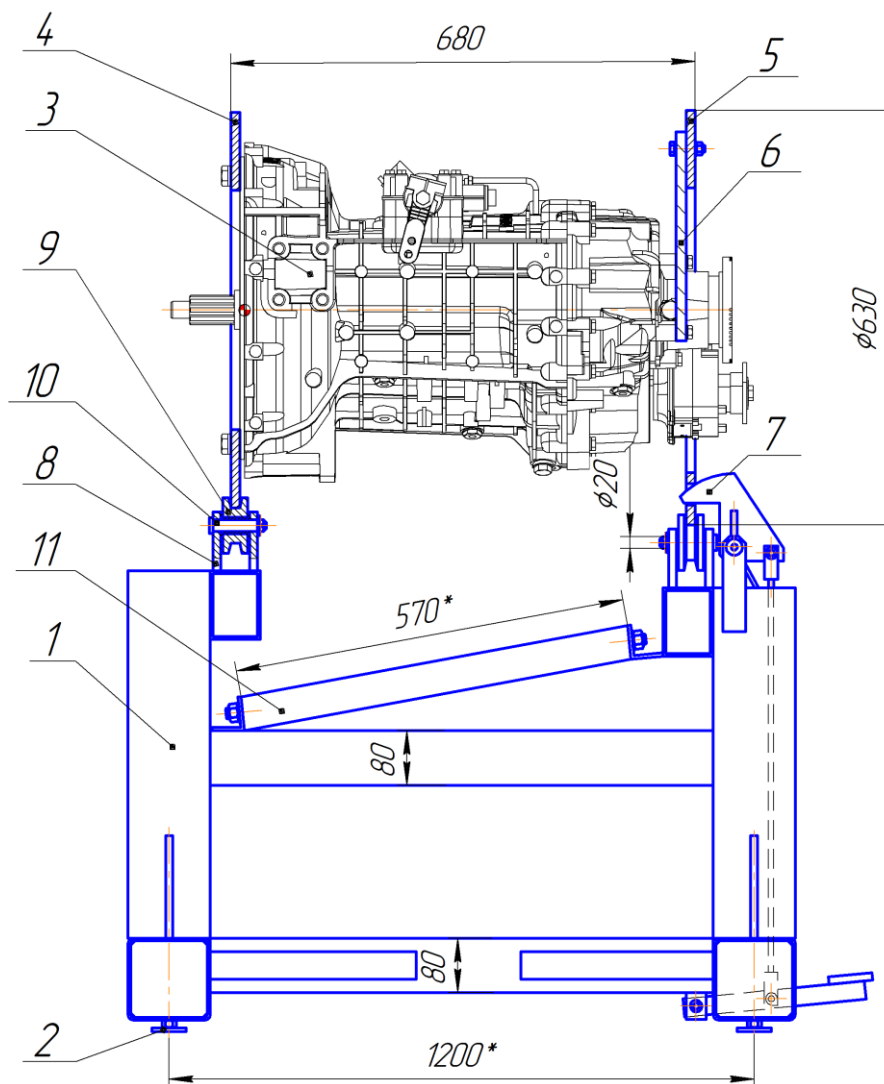
Коробку передач необходимо крепить к мосту как минимум на 3 болта М8.

После того, как КПП подвели к стенду, оператору необходимо повернуть диск 5, для того чтобы добиться более удобной позиции коробки передач при закреплении на роликах 9. Для этого оператору необходимо надавить на рычаг фиксатора 7, чтобы отключить его. Для большего удобства при работе на стенде продумано совпадение осей поворота и коробки передач – это сделано для того, чтобы перенести центр тяжести детали в центр поворота. Подобное решение приводит к облегчению работы оператора.

Когда КПП установлена на стенд, кран необходимо убрать на место. Далее осуществляются работы по ремонту коробки переключения передач. КПП можно вращать при помощи диска 5. При необходимости, масло сливается в поддон 11, который размещается под местом течи в корпусе детали.

По окончании работ деталь демонтируется в обратном порядке установки, при помощи кран-балки агрегат переносится на транспортировочную телегу.

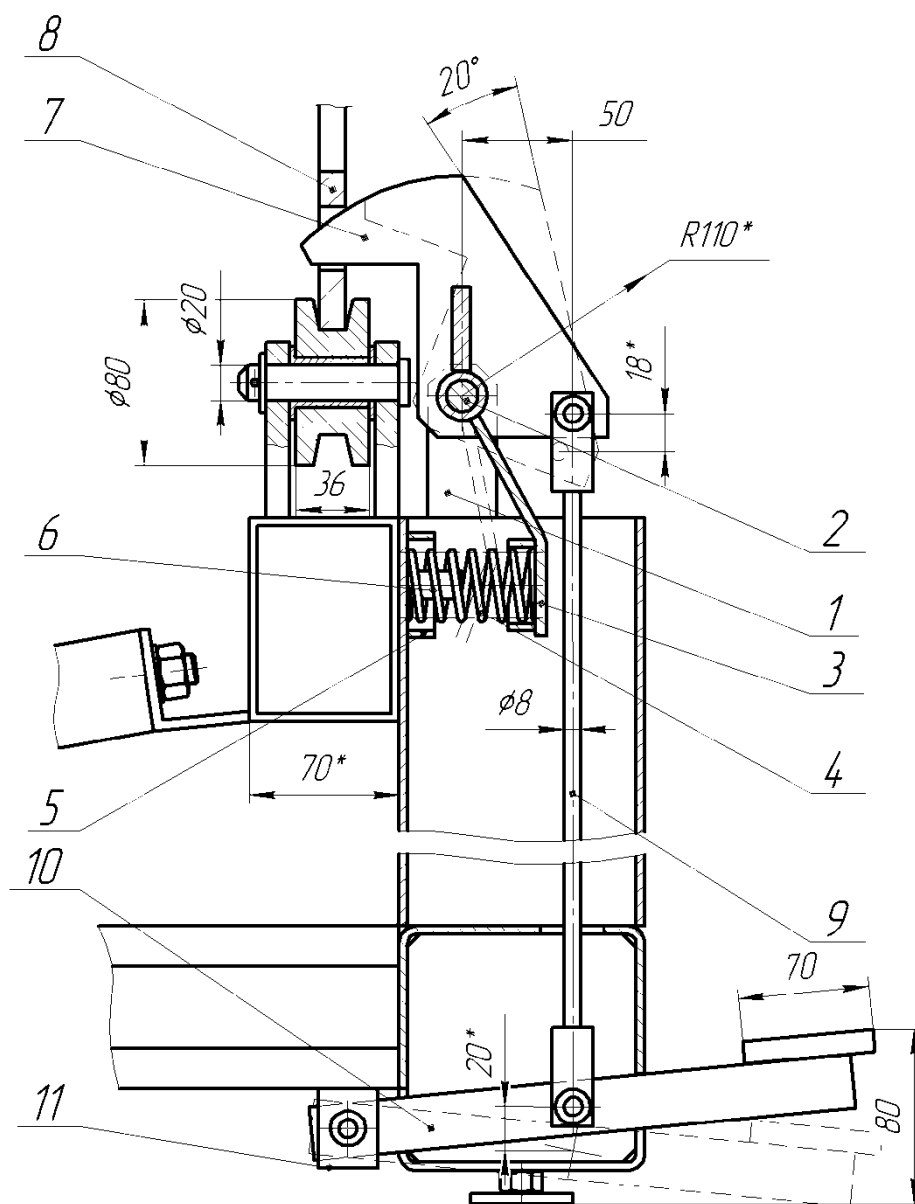
После завершения всех ремонтных работ в конце смены необходимо убраться на рабочем месте, навести порядок, разложить инструменты по своим местам.



1 – рама, 2 – регулируемая опора, 3 – КПП КамАЗ, 4 – диск, 5 – задний диск, 6 – кронштейн, 7 – фиксатор вращения, 8 – проушины, 9 – ролики, 10 – ось, 11 – поддон для сбора масла.

Рисунок 7 - Схема станда для ремонта КПП КамАЗ

б) Система фиксации вращения моста (см. рисунок 8).



1 – проушины стенда, 2 – ось, 3 – прижим, 4 – пружина, 5 – кольцо, 6 – ось пружины, 7 – фиксатор, 8 – диск с КПП, 9 – тяга, 10 – педаль, 11 – проушины педали.

Рисунок 8 – Система фиксации вращения КПП

Система фиксации вращения моста состоит из двух части, которые прикреплены друг к другу тягой 9.

– одна из частей – ось 2 крепится к проушинам 1, которые приварены к раме станда. Фиксатор 7 закреплен на оси 2. Выступ 3, который приварен к фиксатору 7, прижат пружиной 4. Чтобы пружина всегда находилась в горизонтальном положении, кольца 5 приварены к прижиму, а также к корпусу станда. Ось 6, приваренная к раме станда, располагается по центру пружины 4. Выступающая часть фиксатора 7 должна попадать в специальные отверстия на диске 8, к которому фиксируется коробка передач.

– рядом с диском находится каркас, который сварен из стальной арматуры с радиусом 5 мм. Также, в диске расположено 8 отверстий для фиксации при помощи фиксатора 6.

– другая часть выполнена из проушин 11, которая фиксируется на стенде. Внутри станда расположена ось и педаль 10. На оси установлен рычаг, который находится в состоянии натяжения при помощи пружины. Благодаря пружине, рычаг всегда включен. Педаль зафиксирована через тягу 9 с фиксатором 7.

Принцип работы система фиксации вращения моста:

– фиксатор находится в состоянии активности, диск 8 зафиксирован, тяга 9 натянута пружиной 4. Фиксация 7 установлена в положении лево.

– КПП можно повернуть. Для этого необходимо нажать и держать педаль 10 в положении вниз. Когда рычаг в положении вниз, пружина 4 сжата, из диска 8 фиксатор 7 выходит, при этом происходит выключение механизма фиксации.

– поворачивать мост теперь возможно. Для этого необходимо крутить диск 8 двумя руками. Когда мост находится в нужном положении, необходимо вернуть рычаг 10 обратно в положение лево. Затем диск 8 повернуть до фиксации механизма 7. Таким образом, мост закрепляется в моменте, когда оси фиксатора и отверстия становятся соосными.

3.2.4 Требования к покраске разрабатываемого изделия

«Общий конструктивный стиль отдельных узлов должен создавать гармоничную, продуманную конструкцию изделия. В нашем случае максимально использую симметрию в расположении парных узлов» [1-6].

При осмотре стенда со всех сторон становится понятно, что стенд симметричен со всех сторон. Все комплектующие простого исполнения, выглядят несложными элементами, нет скосов и скруглений. Форма стенда позволяет облегчить работу оператора по уборке рабочего места, что является несомненно преимуществом. Стенд должен быть покрашен в соответствии с цветовой гаммой остального оборудования, чтобы не выбиваться на их фоне. Цвета должны быть подобраны согласно ГОСТ. Цвета должны быть не яркими, тусклых оттенков. Подобная покраска стенда позволит сократить нагрузку на глаза оператора при работе на данном стенде. Все подвижные элементы стенда должны быть яркими и привлекать дополнительное внимание, чтобы увеличить безопасность работника.

3.2.5 Эргономические требования

Стенд является эргономичным. Работа за стендом сопряжена при работе выпрямившись, руки согнуты в локтевом суставе под 90 градусов. Также, часть функционала перенесена на нажимную педаль, чтобы сократить лишнюю подвижность оператора. Все необходимые операции происходят на одном месте, передвижений не требуется при проведении работ.

3.3 Расчет конструкции стенда

3.3.1 Расчет привода стенда

а) «Определение крутящих моментов:

При определении крутящих моментов задаемся весом КПП КамАЗ (по паспортным данным – 380 кг), при повороте его оператором за диск. Таким

образом, момент необходимый для проворачивания КПП вокруг своей оси, будет равен произведению массы КПП на расстояние от точки тяжести КПП до центра вращения её на стенде. Учитывая, что ролики расположены таким образом, что центр тяжести в любом случае оказывается между роликами.

$$M_{кр} = m_p \cdot l \cdot k, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (14)$$

где $m = 380 \text{ кг} = 3800 \text{ Н}$ – вес КПП, (по паспортным данным),

$l = 4$ – число роликов стенда (см СБ)

$k = 1 - 0,09 = 0,01$ – потери на трение при вращении моста в подшипниках скольжения (сталь-сталь)» [28].

Тогда:

$$M_{кр} = 3800 \cdot 4 \cdot 0,01 = 152,4 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

б) Усилие оператора

«Поскольку на стенде применен ручной привод, необходимо определить усилие прилагаемое оператором для проворачивания КПП на стенде – по результатам расчета возможно необходим подбор промежуточного редуктора.

Усилие определяется исходя из выражения:

$$[F] \geq F = \frac{M_{кр}}{l_{оп}} \quad (15)$$

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

$l_{оп} = 500 \text{ мм} = 0,5 \text{ м}$ – плечо усилия оператора [см. СБ], учитывая,

что оператор задействует 2 руки – принимаем $l_{оп} = 1 \text{ м}$,

$M_{кр}$ – момент, необходимый для поворота моста (см ранее)» [28].

Тогда:

$$F = \frac{152,4}{1} = 152,4 \text{ Н.} \quad (16)$$

Проверка условия: $150 \approx 152,4$.

Вывод: в стенде нет необходимости применять промежуточный редуктор.

3.3.2 Прочностные расчеты

а) Расчет оси ролика

«Опасные сечения определяются по эпюрам и выбранной конструкцией оси, поскольку рассчитываемый вал является частью поворотной опоры, представляющего собой цельный двухопорный вал» [28].

1) Определение величин действующих сил (см. рисунок 9).

Сила G – нагрузка на вал от веса ремонтируемой КПП, численно равна:

$$G = 380 \text{ кг} \quad (\text{по паспортным данным}).$$

Учитывая, что на стенде установлено 4 ролика, принимается действующая нагрузка $G = 380 / 4 = 95 \text{ кг}$

2) Построение эпюр.

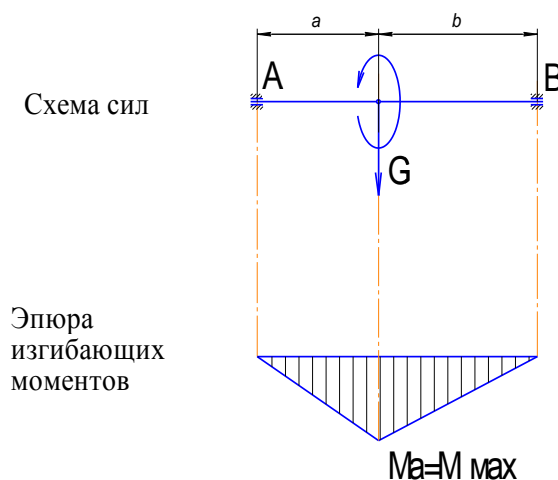


Рисунок 9 – Эпюра изгибающих моментов оси ролика

«По построенным эпюрам находим величины изгибающих моментов (см. рисунок 9). Изгибающий момент от силы тяжести груза G найдем по формуле:

$$M_G = G \cdot a, \text{ кгм} \quad (17)$$

где $G = 95 \text{ кг}$ (см. ранее)

$a = \frac{27}{54}$ – коэффициент удаленности крутящего момента от опоры» [27].

Тогда:

$$M_G = 95 \cdot \frac{27}{54} = 47,5 \text{ кгм.} \quad (18)$$

Далее можно определять геометрические размеры вала

б) Определение диаметров вала.

1) Определение опасных сечений вала.

«Сечения в центре тяжести редуктора G является концентратором максимальных изгибающих и крутящих моментов согласно построенным ранее эпюрам. Поскольку в стенде использован корпус от заводского заднего моста КамАЗ, то расчет для самого опасного сечения выполнять не нужно» [27].

Требуется определить диаметры вала в самом опасном месте, согласно эпюре по рисунку 3.6 – в середине по длине.

2) Определение диаметра оси.

«Диаметр оси в опасном сечении определяется по формуле:

$$d = 3 \sqrt[3]{\frac{M_{\text{экв}}}{0,1[\sigma_{-1}]_u}}, \quad (19)$$

где $[\sigma_{-1}]$ – допускаемое напряжение на изгиб,

$[\sigma_{-1}] = 200 \dots 300 \text{ кгсм}^2$ (3, стр.191) – для стали марки Ст3;

$M_{\text{экв}}$ – эквивалентный или приведённый момент, определяемый при использовании теории прочности удельной потенциальной энергии изменения формы из выражения:

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{M_u^2 + 0,75 \cdot M_k^2}, \quad (20)$$

где M_u – суммарный изгибающий момент в опасном сечении,

$M_u = 47,5 \text{ кгм} = 475 \text{ кгсм}$ (см. пред.п.ПЗ)

M_k – крутящий момент, передаваемый валом,

$M_k = 0 \text{ кгсм}$ (ролик опорный, и не передает крутящего момента)» [28].

Тогда:

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{475^2 + 0,75 \cdot 0^2} = 475 \text{ кгсм}. \quad (21)$$

В итоге:

$$d = 3 \sqrt[3]{\frac{475}{0,1 \cdot 300}} = 1,85 \text{ см}. \quad (22)$$

Учитывая, что ранее в этом сечении диаметр вала конструктивно был принят равным 20 мм (см.СБ), перерасчет можно не делать.

По результатам расчета получили максимальный диаметр вала в поворотной опоре $d = 20$ мм.

в) Расчет устойчивости стоек каркаса

Вертикальные стойки испытывает изгиб продольной оси от действия момента $M_{кр}$ (см.рисунок 10), образованного смещенной силой тяжести КПП.

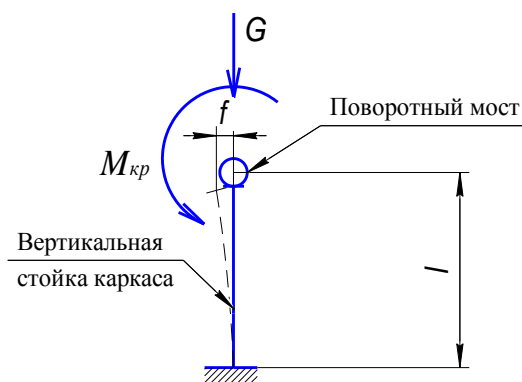


Рисунок 10 - Схема сил на стойке каркаса

«Устойчивость вала определяется максимальным прогибом f . Для расчета устойчивости вал должен соответствовать условию:

$$f < [f], \quad (23)$$

где $f = \frac{M_{кр} \cdot l^2}{2 \cdot E \cdot J_x}$ - значение максимального прогиба, мм

$M_{кр} = M_G = 47,5$ кгм – максимальный момент изгиба поворотного моста от действия силы тяжести G редуктора (см.пред.п.ПЗ),

$l = 1,145$ м – полная длина стойки,

$E = 1,92 \cdot 10^5$ МПа – модуль продольной упругости материала вала из стали марки Ст3,

$J_x = \frac{a \cdot b^3 - a_1 \cdot b_1^3}{12}$ м – осевой момент инерции поперечного сечения

стойки как трубы прямоугольного сечения 60x40 стенка 3,0,

где $a = 60 \text{ мм} = 0,06 \text{ м}$ – наружная длина сечения, см. СБ,
 $b = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}$ – наружная ширина сечения, см. СБ,
 $a_1 = 54 \text{ мм} = 0,054 \text{ м}$ – внутренняя длина сечения, см. СБ,
 $b_1 = 34 \text{ мм} = 0,034 \text{ м}$ – внутренняя ширина сечения, см. СБ» [28].

Тогда:

$$J_x = \frac{0,06 \cdot 0,04^3 - 0,054 \cdot 0,034^3}{12} = 0,000000143132 = 1,43 \cdot 10^{-7} \text{ м} \quad (24)$$

В итоге:

$$f = \frac{29,92 \cdot 1,145^2}{2 \cdot 1,92 \cdot 10^5 \cdot 1,43 \cdot 10^{-7}} = 7,14 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 0,714 \text{ мм} \quad (25)$$

$$[f] = \frac{1}{200} = \frac{1,145}{200} = 5,725 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 5,725 \text{ мм} \text{ – допустимый прогиб стойки}$$

Условие устойчивости принимает вид:

$$0,714 < 5,725 \quad (26)$$

Выводы: условие выполняется, следовательно, стойка является устойчивой.

4 Технологический процесс разборки коробки передач автомобиля КамАЗ

4.1 Условия работы коробки передач

«Все узлы и детали коробки передач при движении автомобиля испытывают значительную постоянную нагрузку. Прежде всего, это касается передаваемого от коленчатого вала двигателя к колесам крутящего момента. Нагрузка воспринимается в основном валами коробки передач и подшипниками. При работе в зацеплении также знакопеременным нагрузкам подвергаются зубья шестерен, что приводит к их разрушению. При больших величинах крутящего момента и при наличии проскальзывания в зоне контакта зубьев, возникает износ трения, а при более значительных нагрузках – выкрашивание металла. Подобному виду разрушения подвержены не только зубья шестерен, но и синхронизаторы. Кроме вышеперечисленных нагрузок, следует добавить дополнительные неблагоприятные моменты, сопутствующие зимней эксплуатации, когда наблюдается дефицит смазки в зонах трения ввиду загустевания масла в коробке передач, что снижает его антифрикционные свойства. Низкие температуры также увеличивают хрупкость металла, что увеличивает вероятность поломки отдельных элементов при работе в зимних условиях» [17].

4.2 Технологический процесс разборки коробки передач

«В соответствии с технологией проведения ремонтных работ составим технологию процесса разборки коробки передач. Процесс разборки включает в себя следующие виды работ:

а) Подготовительная операция:

- 1) Вывесить коробку передач;
- 2) Ослабить пробку для слива масла;
- 3) Подставить емкость для слива масла;
- 4) Выкрутить пробку;
- 5) Слить масло;
- 6) Закрутить пробку;
- 7) Установить коробку передач на мойку;
- 8) Произвести мойку коробки передач;
- 9) Установить коробку передач на кантователь» [15].

б) «Разборка коробки передач:

- 1) Открутить болты крепления картера сцепления;
- 2) Снять картер сцепления вместе с муфтой выключения и вилкой;
- 3) Открутить болты крепления верхней крышки коробки передач;
- 4) Выкрутить пробки из технологических отверстий;
- 5) Закручивая болты в технологические отверстия снять крышку;
- 6) Открутить гайку крепления фланца карданного вала;
- 7) Снять фланец карданного вала;
- 8) Открутить болты крепления крышки переднего подшипника промежуточного вала;
- 9) Закручивая болты в технологические отверстия снять крышку переднего подшипника промежуточного вала;
- 10) Открутить болты крепления крышки заднего подшипника первичного вала;
- 11) Закручивая болты в технологические отверстия снять крышку заднего подшипника первичного вала;
- 12) Открутить болты крепления крышки заднего подшипника промежуточного вала;

- 13) Закручивая болты в технологические отверстия снять крышку заднего подшипника промежуточного вала» [15];
- 14) «Открутить болты крепления крышки заднего подшипника вторичного вала;
- 15) Закручивая болты в технологические отверстия снять крышку заднего подшипника вторичного вала;
- 16) Снять стопорное кольцо заднего подшипника вторичного вала;
- 17) Расстопорить болты крепления упорной шайбы заднего подшипника промежуточного вала;
- 18) Вывернуть болты крепления упорной шайбы заднего подшипника промежуточного вала;
- 19) Установить захват И801.30.100 съемника И801.30.000 на проточку заднего подшипника вторичного вала;
- 20) Стянуть захват И801.30.100 гайками;
- 21) Вворачивая винт приспособления И801.30.000 в траверсу и упиравшись наконечником в торец вала снять подшипник;
- 22) Установить технологическую упорную шайбу между венцом шестерни 2-й передачи промежуточного вала и венцом блока шестерни заднего хода;
- 23) Прижав упоры приспособления для снятия заднего подшипника промежуточного вала в стенку картера завернуть болты приспособления в резьбовое отверстие стакана подшипника» [15];
- 24) «Упиравшись наконечником приспособления в торец вала ввернуть винт в плиту до полного снятия стакана с подшипником;

- 25) Вынуть технологическую упорную шайбу;
- 26) Вынуть первичный вал;
- 27) Вынуть вторичный вал;
- 28) Вынуть промежуточный вал;
- 29) Установив рукоятку приспособления И801.32.000 в крайнее правое положение вернуть болт приспособления в ось блока шестерен заднего хода;
- 30) Поворачивая рукоятку приспособления выпрессовать ось блока шестерен;
- 31) Вынуть блок шестерен, подшипники с проставочным кольцом и упорные шайбы» [15].

«Сборка коробки передач производить в последовательности, обратной разборке, учитывая следующие особенности:

- при установке шестерен в коробку без их замены не разукomплектовывать приработанные друг к другу шестерни;
- при установке шестерен из числа запасных частей необходимо сопрягаемые шестерни скомплектовать по пятну контакта и уровню шума на зубообкатных станках» [16].

Все работы производит слесарь 4-го разряда.

5 Безопасность и экологичность технологического объекта

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Таблица 10 – «Технологический паспорт агрегатно-моторного отделения

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5
Разборочно-сборочные работы	Разборочно-сборочные работы по узлам и агрегатам	Слесарь по ТО и Р автомобилей	Кантователи ДВС, КП, мостов, редуктора заднего моста, стенд для разборки сцепления и т.д., съёмники и оправки, набор инструмента, спецприспособления	Масло, ветошь, метизы
Дефектовка деталей	Дефектовка деталей	слесарь по ТО и Р автомобилей	стол для контроля и сортировки деталей, универсальные цента для проверки валов и т.д., штангенциркуль, микрометр, индикаторная головка, плита для проверки плоскостности блока цилиндров	чистая ветошь, краска для определения трещин

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5
Ремонт узлов и агрегатов	Ремонт ДВС, агрегатов трансмиссии и ходовой части	слесарь по ТО и Р автомобилей	кантователи ДВС, агрегатов, сверлильный станок, пресс гидравлический, станок для расточки тормозных барабанов, приспособление для притирки клапанов, набор инструмента	масло, ветошь, метизы, резцы для станка» [5-6]

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Проведение оценки профессиональных рисков является немаловажным аспектом разработки оборудования. Каким бы не было эффективным новое изобретение, если оно не будет отвечать нормам безопасности труда, никто им не воспользуется.

Таблица 11 – «Идентификация профессиональных рисков»

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3
Разборочно-сборочные и ремонтные работы по узлам и агрегатам	Физические: острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования, перенапряжение зрительных анализаторов, недостаточный уровень освещенности на рабочем месте, повышенная запыленность воздуха	Острые кромки инструмента, кантователей, самих агрегатов, низкая освещенность оборудования, находящегося на удалении от оконных приемов

Продолжение таблицы 11

1	2	3
	рабочей зоны, движущиеся механизмы	
Дефектовка деталей	Физические: острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования, недостаточный уровень освещенности на рабочем месте. Психофизиологические: монотонность труда, перенапряжение зрительных анализаторов	Острые кромки специнструмента и проверяемых деталей, монотонность измерительных операций» [19-23]

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Основными методами снижения рисков являются решения по модификации оборудования, подвижных частей, расстановки оборудования, улучшении атмосферы рабочего места. Ниже в таблице 12 приведены методы сокращения профессиональных рисков в агрегатно-моторном отделении.

Таблица 12 – «Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках дипломного проекта)

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Рациональная планировка отделения (выделение в отдельное помещение участка обкатки агрегатов) и расстановка оборудования ¹ , инструктаж персонала, установка предупреждающих знаков и табличек, установка ограждений, установка защитных кожухов на вращающиеся части обкаточных стандов	Спецодежда (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки, ботинки)
Острые кромки,	Рациональная планировка отделения и	Спецодежда (куртка,

Продолжение таблицы 12

1	2	3
заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования	расстановка оборудования, инструктаж, предупреждающие знаки, использование сертифицированного оборудования и инструмента	брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки, ботинки)
Перенапряжение зрительных анализаторов	Правильный подбор освещения (местное искусственное), перерывы на отдых, производственная гимнастика	Защитные очки
Недостаточный уровень освещенности на рабочем месте	Рациональное расположение оборудования по отношению к оконным проемам, применение искусственного освещения с целью достижения освещенности $E = 300$ лк	Местное освещение, переносные лампы, фонарики
Монотонность труда	Организация режимов труда и отдыха, производственная гимнастика	-
Примечания 1. Расстояния между оборудованием принимаем по ОНТП-01-91» [19-23]		

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

5.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Таблица 13 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара»

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
Агрегатно-моторное отделение	Технологическое оборудование в отделении	А	Пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [21]

5.4.2 Разработка технических средств и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Таблица 14 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
1	2	3	4	5	6	7	8
Необходимо 3 огнетушителя порошковых ОП-5 для ликвидации очагов возгорания на участке, 2 огнетушителя углекислотных ОУ-3 для ликвидации очагов возгорания в электроустановках, ящик с песком, багор, 2 ведра, 2 кошмы 2м X 2м	спецавтомобили ближайшей пожарной части; 1 мотопомпа пожарная «Богатырь»	не предусмотрено по нормативам	пожарный извещатель ИП-212-141, устройство передачи извещений «Бастион»	не предусмотрено по нормативам	не предусмотрено по нормативам	лопата	оповещатель охранно-пожарный звуковой ГРОМ-24
<p>Примечания</p> <p>1. Необходимого количества первичных средств пожаротушения согласно ППБ-01-03</p>							

5.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

Таблица 15 – «Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности»

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Агрегатно-моторное отделение	агрегаты в отделение доставляются чистыми – мойка осуществляется в отдельном помещении	ОНТП-01-91
	слив эксплуатационных жидкостей с агрегатов производится непосредственно на автомобиле	Технологические инструкции по ТО и Р автомобилей КАМАЗ
	своевременное и качественное проведение профилактических работ, ремонта, модернизации и реконструкции энергетического оборудования	проведение профилактических работ по графику, персональная ответственность
	инструктаж по пожарной безопасности	проведение всех видов инструктажа под роспись
	запрещается хранить в помещении отделения легковоспламеняющиеся вещества и материалы	должностная инструкция слесаря-агрегатчика
	хранение обтирочного материала осуществляется в закрытой таре	Межотраслевые правила по охране труда
	разработка плана эвакуации при пожаре	наличие действующего плана эвакуации на предприятии
	своевременно обновлять средства пожаротушения	размещение планов эвакуации на видных местах(1 раз в 5 лет)
	изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности	наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [19-23]

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Таблица 16 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование подразделения	Состав подразделения (включая производственные корпуса, технологическое оборудование, транспортные средства, электроустановки, персонал предприятия и т.д.)	Воздействие подразделения на атмосферный воздух (выбросы в атмосферу, испарения и т.д.)	Воздействие подразделения на водохранилища (сточные воды и т.д.)	Воздействие подразделения на почву (почву, растительный покров, недра) («образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.» [23])
Агрегатно-моторное отделение	Стенды кантователи, оборудование АТП, кран-балка, разгрузочная рампа, персонал, бытовые помещения	Выбросы выхлопных газов автомобилями	Сбросы ила после мойки агрегатов и комплектующих	«Твердые бытовые отходы (ветошь, полиэтилен), отработанные ртутные и люминисцентные лампы, изношенная спецодежда, промасляная ветошь (х/б ткань), отходы от упаковки запчастей (промасляная бумага), лом металлов, нефтепродукты» [23]

Таблица 17 – «Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду»

Наименование технического объекта	Организационно-технические мероприятия
1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Организация приточно-вытяжной вентиляции в помещении отделения. Наличие фильтрующих элементов в системе вентиляции предприятия. Контроль за состоянием воздуха в рабочей зоне
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Утилизация и захоронение выбросов, сбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод с соблюдением мер по предотвращению загрязнения почв. Персональная ответственность за охрану окружающей среды
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Отработанные люминисцентные лампы после замены отправляются на утилизацию в специализированные предприятия. Сбор и складирование отходов осуществляется в специальные закрытые контейнеры, бочки и т.д., установленные в специально отведенных местах. Использованная одежда применяется как вторичное сырье при производстве ветоши. Вывоз отходов производится силами специализированных организаций, с которыми заключается договор на вывоз, утилизацию и захоронение. Лом металлов складировается на площадке и после накопления определенных объемов вывозится подрядной организацией, с которой заключен договор. Отработанные нефтепродукты утилизируются на специальном полигоне либо отдаются на рекуперацию на договорной основе. Персональная ответственность за охрану окружающей среды» [19-23]

Выводы: данный раздел посвящен безопасности и экологии рассматриваемого процесса. В ходе работ выявили и оценили все профессиональные риски при работе в отделении на каждом рабочем месте, а также по должностям. Риски подлежащие дальнейшей проработке, а именно выполнению мероприятий по снижению показателей риска являются: механизмы и их движущиеся элементы, ожоги о горячие части автомобилей, тяжесть трудового процесса, низкий освещенность рабочих мест, переутомляемость, а также нагрузка на зрительные органы сотрудников. Для

данных опасных факторов разработан план мероприятий по сокращению воздействия, однако его необходимо ежегодно обновлять и продолжать непрерывно снижать риски по всем факторам опасности. В соответствии с Трудовым Кодексом РФ для сотрудников выбраны средства индивидуальной защиты необходимых классов защиты от загрязнений, порезов, ушибов и т.д.

Автотранспортное предприятие является объектом повышенной пожарной опасности, в связи с чем были оценены также пожарные риски. В соответствии с оценкой разработан план мероприятий по сокращению данных рисков. Определена категория пожарной опасности подразделения и, в соответствии с категорией, подобраны средства первичного пожаротушения, а также система автоматического оповещения и пожаротушения. Проведена работа по предупреждению ЧС, а также разработаны мероприятия по ГОиЧС в соответствии с законодательством.

Так как работа сопряжена с ГСМ, АТП имеет факторы риска по экологии. В соответствии с Федеральным законом «Об экологической безопасности», были оценены всевозможные факторы воздействия предприятия на окружающую среду, а также выявлены действия для сокращения воздействия. Выбраны первичные средства устранения и ликвидации ЧС.

Заключение

В данной работе при помощи нормативной литературы был составлен расчет АТП на 150 единиц КамАЗ. Основываясь на расчете, был составлен перечень необходимых сил и средств. Определена численность персонала, высчитана площадь отделения, участка, вспомогательных помещений. Составлен генеральный план здания, определены участки и отделения, расставлено оборудование. Углублено проработано агрегатно-моторное отделение, с расстановкой оборудования и указанием движения рабочих потоков.

Проведен анализ рынка технологического оборудования, выбраны аналоги и проведен тщательный анализ их характеристик. В соответствии с проведенной работой по оценке оборудования, составлена циклограмма, а также определено оборудование, на основании которого будет разрабатываться проектное оборудование.

Проведена работа по разработке, проектированию и реализации нового оборудования. К спроектированной единице прилагаются все необходимые расчеты, а также параметры необходимые для эффективной работы станда. Подробно описан процесс работы разрабатываемого оборудования, а также подробно описан каждый элемент оборудования.

Рассмотрен процесс технологической сборки-разборки коробки переключения передач автомобилей КамАЗ, рассмотрены основные условия работы КПП, приведены характеристики и основные неисправности, проявляющиеся в ходе эксплуатации автомобилей.

Проведена полноценная проработка техносферной безопасности агрегатно-моторного отделения, выявлены все риски, а также определены мероприятия для сокращения воздействия вредных факторов на персонал и окружающую среду. Проведена оценка пожарных рисков, проработаны меры действий при возникновении ЧС, а также действия по ГО.

Список используемой литературы

- 1 Автомобили КаМАЗ : эксплуатация и техническое обслуживание автомобилей КаМАЗ-5320, КаМАЗ-53212, КаМАЗ-5410, КаМАЗ-54112, КаМАЗ-5511 / сост. Р. А. Мартынова [и др.] ; под общ. ред. Л. Р. Пергамента. - Москва : Недра, 1981. - 424 с. : ил.
- 2 Автомобили КаМАЗ типа 6х4: руководство по эксплуатации 5320-3902004 РЭ и сервисная книжка / АО КаМАЗ. - Москва : Машиностроение, 1991. - 431 с. : ил.
- 3 Автомобильный рынок России - 2009 = Russian Car Market-2009 : Статистика и аналитика : производство, продажи, парк : [информ.-аналитическое изд.] / аналит. агентство "Автостат" ; [авт. коллектив С. Целиков и др.]. - Москва : Семь верст, 2009. - 211 с. - Прил.: с. 193-209. - 25000-00.
- 4 Автомобильный справочник / Б. С. Васильев [и др.] ; под общ. ред. В. М. Приходько. - Москва : Машиностроение, 2004. - 704 с. : ил. - Библиогр.: с. 696. - Прил.: с. 483-695.
- 5 Аналитическое агентство АВТОСТАТ [Электронный ресурс] : Российский рынок новых грузовых автомобилей в 2020 году. URL: <https://www.autostat.ru/press-releases/47025/> (дата обращения: 15.02.2022).
- 6 Болбас М.М. Проектирование предприятий автомобильного транспорта / Под ред. М.М. Болбаса. - М. : Адукацяяывыхаванне, 2004. – 596 с.;
- 7 Горина Л.Н. Инженерные расчеты уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах : учеб. пособие / Л. Н. Горина, В. Е. Ульянова, М. И. Фесина ; ТГУ ; каф. управления промышленной и экологической безопасностью. - Гриф УМО. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 134 с. : ил. - Библиогр.: с. 134. - 25-80.

- 8 Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : учебно-методическое пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; каф. управления промышленной и экологической безопасностью. - Тольятти : ТГУ, 2016. - 22 с.
- 9 Грузовики : спецвыпуск "За рулем". № 2 (15) 2008. - Москва : За рулем, 2008. - 257 с. : ил. - 117-27.
- 10 Епишкин В.Е. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство») / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. - Тольятти : ТГУ, 2016. – 130 с.
- 11 Живоглядов Н. И. Основы расчета, проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1 / Н. И. Живоглядов. - Тольятти : ТГУ, 2002. - 145 с. : ил.
- 12 Каталог деталей и сборочных единиц автомобилей КаМАЗ-4310 и КаМАЗ-43105. - Москва : Машиностроение, 1994. - 414 с. : ил.
- 13 Каталог деталей и сборочных единиц автомобиля-самосвала КамАЗ-5320. - Набережные Челны: КамАЗ, 2009. - 322 с.
- 14 Краткий автомобильный справочник. Т. 2. Грузовые автомобили / Б. В. Кисуленко [и др.] ; под общ. ред. А. П. Насонова. - Москва : Автополис-Плюс, 2006. - 670 с.
- 15 Кудинова Г.Э. Методические указания к выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» и по направлению 190500 «Эксплуатация транспортных средств» (профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство») - Тольятти: ТГУ, 2011.-25 с.

16 Масуев М.А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта / М. А. Масуев ; - М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 224 с.;

17 Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном транспорте : ПОТ Р М-027-2003 : правила введ. в действие с 30 июня 2003 г. - Москва : НЦ ЭНАС, 2004. - 164 с. - Прил.: с. 139-160. - ISBN 5-93196-373-1 : 116-18.

18 Оборудование для ремонта автомобилей: Справочник / Григорченко П.С., Гуревич Ю.Д., Кац А.М. и др.: Под ред. М.М. Шахнеса.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Транспорт, 1978.- 384 с.

19 Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. / Под ред. П.И. Усачева.- 3-е изд., исправл.- М.: Машиностроение, 1988.

20 Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта : учеб. пособие для вузов / ТГУ ; сост. Л. Н. Горина. - Тольятти : ТГУ, 2003. - 139 с. : ил. - Библиогр.: с. 137.

21 Петин Ю.П., Мураткин, Г.В., Андреева, Е.Е. Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта / Ю. П. Петин, Г. В. Мураткин, Е. Е. Андреева ; Учебное пособие для студентов вузов. – М. : Тольятти: ТГУ, 2013. – 136 с.;

22 Петин Ю.П., Соломатин, Н.С. Технологический расчет предприятий автомобильного транспорта. / Ю. П. Петин, Н. С. Соломатин ; Метод. указания. - М. : Тольятти,ТолПИ, 1993. – 62 с.;

23 Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста : учеб.-метод. пособие / А. Г. Егоров [и др.] ; ТГУ ; Архитектурно-строительный ин-т ; каф. "Дизайн и инженерная графика". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 98 с. .:

24 Руководство по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей: КамАЗ-5320, 5410, 55102, 55111, 53212, 53211, 53213, 54112,

43114, 43118, 65111, 53228, 44108, 43115, 65115, 6540, 53229, 4326, 53215, 54115. - Москва : РусьАвтокнига, 2001. - 286 с.

25 Руководство по эксплуатации Р770Е-00-00-00-000.РЭ. : Техавто. – 17 с.

26 Современные технологии производства [Электронный ресурс] : Ремонт автомобилей в агрегатно-моторном отделении. URL: <https://extxe.com/16813/raboty-vypolnjaemye-v-agregatno-motornom-otdelenii/> (дата обращения 03.03.2022).

27 Справочник технолога-машиностроителя В 2-х т. / Под ред. А.К. Косиловой; Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.

28 ТехСервисСнаб [Электронный ресурс] : Стенд универсальный Р-500Е. URL: <https://www.tss-avto.ru/catalog/196/888/> (дата обращения: 19.04.2022).

29 Типовые нормы времени на ремонт грузовых автомобилей марок ГАЗ, ЗИЛ, КАЗ, МАЗ, КамАЗ, КраЗ в условиях автотранспортных предприятий / Гос. комитет СССР по труду и социальным вопросам. - Москва : Экономика, 1989. - 299 с.

30 Титунин Б. А. Ремонт автомобилей КаМАЗ : учеб. пособие для ПТУ / Б. А. Титунин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Агропромиздат, 1991. - 320 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для кадров массовых профессий).

31 УМКД "Основы производственной безопасности" [Электронный ресурс] : спец. 280102 "Безопасность технологических процессов и производств" / ТГУ ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 100-00.

32 Устройство и эксплуатация автомобиля КАМАЗ 4310 : [учеб. пособие] / В. В. Осыко [и др.]. - Москва : Патриот, 1991. - 351 с. : ил. - Библиогр.: с. 350. - Прил.: с. 341-349.

33 Чумаков Л.Л. Методические указания к выполнению экономического раздела ВКР для студентов по направлению 190600 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» / Л.Л. Чумаков. - Тольятти: ТГУ, 2016.-35 с.

Приложение А
Спецификация

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>		
	A1			22.БР.ПЭА.167.6100.000 СБ	Сборочный чертеж	3		
	A4			22.БР.ПЭА.167.6100.000 ПЗ	Пояснительная записка	60		
Склад. №					<u>Сборочные единицы</u>			
			1	22.БР.ПЭА.167.6101.000	Рама стенда в сборе	1		
			2	22.БР.ПЭА.167.6102.000	Лоток масляный	1		
			3	22.БР.ПЭА.167.6103.000	Опора	1		
			4	22.БР.ПЭА.167.6104.000	Педаль	1		
			5	22.БР.ПЭА.167.6105.000	Тяга	1		
			6	22.БР.ПЭА.167.6106.000	Фиксатор	1		
				<u>Детали</u>				
Платье и дата			7	22.БР.ПЭА.167.6100.007	Ось	1		
			8	22.БР.ПЭА.167.6100.008	Ось	3		
			9	22.БР.ПЭА.167.6100.009	Ролик	4		
Инф. № дубл.			10	22.БР.ПЭА.167.6100.010	Стакан	4		
			11	22.БР.ПЭА.167.6100.011	Ось	4		
			12	22.БР.ПЭА.167.6100.012	Заглушка	4		
Взам. инв. №			13	22.БР.ПЭА.167.6100.013	Диск	1		
			14	22.БР.ПЭА.167.6100.014	Диск передний	1		
			15	22.БР.ПЭА.167.6100.015	Пластина переходная	1		
Платье и дата			16	22.БР.ПЭА.167.6100.016	Проушина	8		
			17	22.БР.ПЭА.167.6100.017	Проушина	2		
				22.БР.ПЭА.167.6100.000 СБ				
Инф. № подл.	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Шадыева В.А.				Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Драчев О.И.					1	2
	Н.контр.	Драчев О.И.				ТГУ. ИИ, гр. ЭТКбп-1702б		
Утв.	Бодобский АВ				Копировал Формат А4			

Рисунок А.1 – Спецификация

