

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

на тему Разработка конструкции стенда для ремонта редуктора заднего
моста автомобилей КАМАЗ

Студент

И.А. Ращупкин

(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 редуктора заднего моста 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 редукторов, 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 редуктора заднего моста 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	6
1 Проект грузового АТП на 150 автомобилей КамАЗ-65207	8
1.1 Технологический расчёт предприятия	8
1.1.1 Исходные данные	8
1.1.2 Расчет количества постов, числа производственных рабочих и площадей производственных участков	8
1.2 Планировка и структура здания	9
1.3 Размещение помещений	10
1.4 Проработка агрегатно-моторного отделения	11
1.4.1 Назначение отделения	12
1.4.2 Выбор и обоснование услуг и работ, выполняемых в отделении	12
1.4.3 Персонал и режим его работы	13
1.4.4 Выбор технологического оборудования	14
1.4.5 Определение производственной площади	15
1.4.6 Обоснование объемно-планировочного решения	16
2 Анализ аналогов разрабатываемого технологического оборудования	18
2.1 Поиск аналогов разрабатываемого технологического оборудования	18
2.2 Стенд-кантователь Р-770Е	18
2.3 Стенд-кантователь Р-500Е	20
2.4 Стенд ЛНП-007	21
2.5 Расчет показателей циклограммы	22
3 Стенд для ремонта редуктора заднего моста автомобилей КамАЗ	25
3.1 Техническое предложение	25
3.1.1 Подбор материалов	25
3.1.2 Выявление, оценка и общее конструктивное устройство стенда	25

3.1.2.1	Выбор схемы и общее конструктивное устройство стенда.....	25
3.1.2.2	Опора поворота моста	26
3.1.2.3	Система фиксации вращения моста.....	28
3.1.3	Эстетические требования к разрабатываемому изделию	29
3.1.4	Эргономические требования.....	31
3.2	Расчет конструкции стенда	31
3.2.1	Расчет привода стенда	31
3.2.1.1	Определение крутящих моментов.....	31
3.2.1.2	Усилие оператора.....	32
3.2.2	Прочностные расчеты.....	33
3.2.2.1	Расчет вала опоры	33
3.2.2.2	Расчет устойчивости стоек каркаса	36
4	Технологический процесс разборки главной передачи заднего моста автомобиля КамАЗ-65207.....	38
4.1	Условия работы заднего моста и главной передачи	38
4.2	Общие сведения	40
4.3	Наиболее характерные неисправности заднего моста	42
5	Безопасность и экологичность технологического объекта.....	43
5.1	Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта	43
5.2	Идентификация профессиональных рисков.....	44
5.3	Методы и средства снижения профессиональных рисков	45
5.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	46
5.4.1	Идентификация опасных факторов пожара	46
5.4.2	Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта	46
5.4.3	Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.....	48

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	49
Заключение	52
Список используемой литературы	53
Приложение А Спецификация.....	57

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%).

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.

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 Проект грузового АТП на 150 автомобилей КамАЗ-65207

1.1 Технологический расчёт предприятия

1.1.1 Исходные данные

В таблице 1 представлены исходные данные.

Таблица 1 – Исходные данные

Тип	Данные
Тип предприятия	грузовое комплексное
Марка и модель автомобиля	«КамАЗ-65207»
Габаритные размеры автомобиля, мм	10600х2550х3940
Природно-климатический район	умеренный
Категория условий эксплуатации	III
Списочное число автомобилей	$A_{cc} = 150 \text{ шт}$
Количество рабочих дней в году	$D_{рГ} = 250 \text{ дн}$
Количество рабочих дней зон ТО-2 и ТР	$D_{рГ} = 250 \text{ дн}$
Время в наряде	$T_H = 10,5 \text{ ч.}$
Пробег с начала эксплуатации	$L_{\text{общ}} = 150000 \text{ км.}$
Нормативный пробег до КР	$L_{\text{кр}}^H = 350000 \text{ км}$
Среднесуточный пробег	$L_{cc} = 150 \text{ км}$
Нормативный пробег до ТО-1	$L_1^H = 4000 \text{ км}$
Нормативный пробег до ТО-2	$L_2^H = 12000 \text{ км}$

1.1.2 Расчет количества постов, числа производственных рабочих и площадей производственных участков

Расчеты проведены по методике [1-6] и для сокращения объема данных далее в таблице 2 обозначены только итоговые результаты, необходимые для выполнения чертежей графической части проекта.

Таблица 2 – Результаты технологического расчета предприятия

Наименование производственного подразделения	Число рабочих постов	Явочное число работников $P_{ЯВ}$, чел.	Площадь, F , м ²	Площадь, F_{np} , м ²
Участок Д-1	1	1	83	108
Участок Д-2	1	1	83	72
Зона ТО-1	2	3	165	170
Зона ТО-2	2	6	165	170
Зона ТР	4	6	331	360
Малярно-кузовной участок	1	2	83	96
Моторно-агрегатное отделение	-	2	42	45
Электротехническое отделение	-	2	25	30
Аккумуляторное отделение	-			
Отделение по ремонту приборов системы питания	-			
Шинное отделение	-	1	15	18
Тепловое отделение	-	2	45	52
Обойно-арматурное отделение	-	1	10	18
Слесарно-механическое отделение	-	2	22	30
УОГМ	-	5	72	72
Итого на участках и в отделениях	-	34	1141	1241
Запасных частей	-	-	11	96
Агрегатов	-	-	34	
Материалов	-	-	9	
Шин	-	-	7	
Смазочных материалов с насосной	-	-	22	24
Лакокрасочных материалов и химикатов	-	-	2	9
Инструментально-раздаточная кладовая	-	-	2	7
Промежуточный склад	-	-	11	25
Итого площадь складов	-	-	98	161

1.2 Планировка и структура здания

«Здание принимаем в форме прямоугольника 72000×36000 мм с боковыми пролётами по 6 м и центральным пролетом 24 м, который позволяют применить более компактную схему размещения постов основных производственных участков и улучшить маневрирование автомобилей» [5-6].

«Центральный пролёт производственного корпуса предполагается оборудовать подвесным кран-балкой грузоподъемностью до 2,5 тонн. Шаг фахверковых колонн крайнего ряда принимаем 6 м, ввиду применения унифицированных стеновых и оконных панелей» [5-6].

«Применяем железобетонные колонны квадратного сечения 400×400 мм. Сетка колонн 12×24 и 12×6 м привязка 0 мм» [5-6].

«Расстояние от потолка до низа строительных конструкций принимаем исходя из габаритов автомобиля и запаса не менее чем в 2 метра, тогда искомое значение – 7,2 м» [5-6].

Напольное покрытие корпуса – асфальтированное полотно, непосредственно в цеховой части напольное покрытие выполняется в виде бетонной стяжки.

По всему периметру корпуса имеется сплошное остекление, что, совместно со светоаэрационными фонарями, позволяет обеспечить естественное освещение участков в светлое время суток.

1.3 Размещение помещений

«На въезде в производственный корпус располагаются участки диагностики Д-1 и Д-2, на каждом по 1 посту, оснащённому необходимым технологическим оборудованием. Участок Д-2 вследствие повышенного уровня шума отделяется от остальных помещений подъемными воротами» [2].

«Зона технического обслуживания расположена в центре производственного корпуса и включает по 2 поста ТО-1 и ТО-2. В зоне расположены следующие отделения: по ремонту топливной аппаратуры, электротехнических и аккумуляторных работ, шинное. Напротив постов смазки располагается склад смазочных материалов с насосной» [3].

«Малярно-кузовной участок расположен у стены производственного корпуса и имеет отдельные ворота для въезда-выезда на участок. Смежно с

участком располагаются склад лакокрасочных материалов и химикатов и помещение краскоприготовительной. В одном блоке с кузовным участком располагаются обойно-арматурное и тепловое отделения» [4].

«Отдел главного механика разделён на 4 отделения: ремонтно-строительное, слесарное, сантехническое, электротехническое и расположен в комплексе со вспомогательными помещениями у внешней стены здания производственного корпуса» [2].

«Зона ТР располагается в центре производственного корпуса и имеет естественное освещение. В зоне ТР имеется 4 универсальных поста, оборудованных осмотровыми канавами и подкатными колоннами в процентном соотношении 50/50%» [1].

На линии ТР находится агрегатно-моторное отделение. Также, на этой же линии находится слесарно-механический участок, а также отдел мойки узлов и деталей. Перегородки между отделами имеют высоту 3 метра, не всю высоту корпуса. Агрегаты, снятые на постах ТР, доставляются в отделения при помощи грузовой тележки. Входы и выходы в отделения располагаются со стороны зоны ТР. Склад запасных частей находится в непосредственной близости к зоне ТР. Со склада запасных частей есть выход на улицу для удобства приема новых запасов.

Помещения для нужд персонала, а также помещения офисного плана располагаются в строении, находящемся возле служебного входа в корпус. Душ и санузел объединены с раздевалкой для большего удобства персонала.

Линия ЕО находится в рядом стоящем корпусе. Линия состоит из трех постов, объединённых в поточную линию.

1.4 Проработка агрегатно-моторного отделения

1.4.1 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].

1.4.2 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.

1.4.3 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 высоко квалифицированный 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 3-е работников:

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

1.4.4 Выбор технологического оборудования

Оборудование должны отвечать всем требованиям современного мира и являться надежной 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 3).

Таблица 3 – «Табель технологического оборудования»

Наименование оборудования	Модель	Кол-во	Габаритные размеры, мм
1	2	3	4
Стенд для разборки редукторов мостов и коробок передач передвижной	P-600	1	1180x670x1000
Стенд для разборки-сборки и регулировки сцеплений	P-176	1	590x580x1030
Станок сверлильный настольный	P-175M	1	550x330x680
Стенд для разборки-сборки пружинного энергоаккумулятора тормозной камеры автомобиля «КамАЗ»	C-1	1	380x370x580
Пресс напольный гидравлический, грузоподъемность 30 т.	ПГП-30	1	700x1200x1800
Установка для шлифовки фасок и торцов клапанов	P-186	1	550x430x300
Приспособление для шлифовки клапанных гнезд	P-176	1	312x238x72
Приспособление для проверки и правки шатунов	CRA-2	1	340x420x670
Приспособление для притирки клапанов	P-177	1	360x180x80
Пресс электрогидравлический	P-338	1	470x200x860
Ларь для утиля	-	1	520x680x1150
Передвижная ванна для мойки мелких деталей	ОМ-1316	1	1050x500x100
Стенд для разборки-сборки двигателей	собственного изготовления	1	1850x1050x1050
Плита для контроля плоскостности блока и головки блока цилиндров	-	1	1000x750x1000
Стол для контроля и сортировки	-	1	2000x800x1050
Шкаф инструментальный	КО-390	1	710x600x1500
Лабораторный сушильный шкаф	СНОЛ-35	1	610x665x960
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» [3]

1.4.5 Определение производственной площади

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

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

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].

$$\begin{aligned} F_{np} = & 4,0 \cdot (0,6 \times 0,8 + 0,93 \times 1,2 + 1,25 \times 0,3 + 0,55 \times 0,43 + \\ & + 0,312 \times 0,238 + 0,34 \times 0,42 + 0,36 \times 0,18 + 0,47 \times 0,2 + 1,9 \times 2,28 + 1,05 \times 0,5 + \\ & + 1,85 \times 1,05 + 1,0 \times 0,75 + 2,0 \times 0,8 + 0,71 \times 0,6 + 0,705 \times 0,5 + 1,2 \times 0,8 \times 5 + 1,0 \times 0,5 + \\ & + 0,6 \times 0,8 \times 2 + 0,4 \times 0,51 + 1,5 \times 0,6 + 0,55 \times 0,33 + 0,61 \times 0,665 + 0,52 \times 0,68 + 0,7 \times 1,2 + \\ & + 0,38 \times 0,37 + 0,755 \times 0,9 + 1,18 \times 0,67 + 1,095 \times 0,78 + 0,93 \times 0,6 + 0,59 \times 0,58 + \\ & + 0,66 \times 0,4 + 1,4 \times 0,9 = 4,0 \cdot (0,48 + 1,12 + 0,38 + 0,24 + 0,07 + \\ & + 0,14 + 0,06 + 0,09 + 4,33 + 0,53 + 1,94 + 0,75 + 1,6 + 0,43 + 0,35 + 0,96 \times 5 + 0,5 + \\ & + 0,48 \times 2 + 0,2 + 0,9 + 0,18 + 0,41 + 0,35 + 0,84 + 0,14 + 0,68 + 0,79 + 0,85 + 0,56 + 0,34 + \\ & + 0,26 + 1,26) = 4,0 \times 10,25 \approx 41 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

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 $F_{МОТ-АГР} = 45 \text{ м}^2$.

1.4.6 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.

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 редуктора заднего моста автомобилей КамАЗ. Разрабатываемый стенд должен был бы 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-500Е;
- Стенд ЛНП-007.

2.2 Стенд-кантователь Р-770Е

В качестве исходного варианта конструкции предложено использовать описание стенда Р-770Е (рисунок 1, таблица 4).

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.

Таблица 4 - 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.

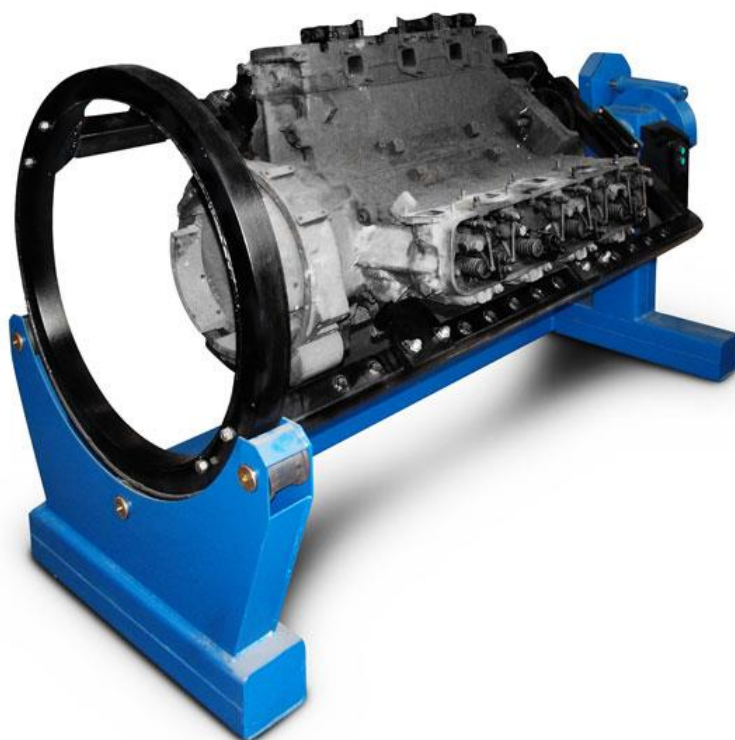


Рисунок 1 – Стенд-кантователь Р-770Е

2.3 Стенд-кантователь Р-500Е

«Стенд Р-500Е предназначен для разборки-сборки автомобилей легкого и среднего класса и других агрегатов весом не более 800 кг в подвешенном состоянии.

Универсальные адаптеры позволяют легко установить на стенд любой двигатель, КПП, задний мост или другой узел весом до 800 кг.

Удобство работы обеспечивается за счет самотормозящегося червячного редуктора, который позволяет повернуть и зафиксировать закрепленный на стенде двигатель или другой узел в нужном положении» [33]. Технические характеристики представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики

Характеристика	Значение
1	2
Способ поворота	вручную через червячный редуктор
Грузоподъемность, кг	800
Длина, мм	1195
Ширина, мм	791
Высота, мм	1050
Масса, не более, кг	169
Цена, руб.	48000



Рисунок 2 – Стенд-кантователь Р-500Е

2.4 Стенд ЛНП-007

В таблице 6 представлены технические характеристики стенда ЛНП-007.

Таблица 6 – Технические характеристики стенда ЛНП-007

Характеристики	Значение
1	2
Длина, мм	1000
Ширина, мм	1085
Высота, мм	1065
Масса: кг	117
Цена, руб	32 500

На рисунке 3 представлен стенд ЛНП-007.



Рисунок 3 – Стенд ЛНП-007

2.5 Расчет показателей циклограммы

В разделе представлен расчет показателей циклограммы.

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

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

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

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

$$P_1 = \frac{117}{455} = 0,26 \quad (4)$$

$$P_2 = \frac{117}{169} = 0,69 \quad (5)$$

в) Проектируемый стенд должен иметь грузоподъемность 500кг.

$$P_1 = \frac{400}{2000} = 0,2 \quad (6)$$

$$P_2 = \frac{500}{500} = 1 \quad (7)$$

г) Высота установки редуктора влияет на эргономические качества разрабатываемого проекта.

$$P_1 = \frac{900}{600} = 1,5 \quad (8)$$

$$P_2 = \frac{900}{1000} = 0,9 \quad (9)$$

д) Минимальная площадь оборудования увеличит максимальное качество проекта.

$$P_1 = \frac{1}{2,6} = 0,38 \quad (10)$$

$$P_2 = \frac{1}{0,94} = 1,06 \quad (11)$$

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

$$P_1 = \frac{32500}{114500} = 0,28 \quad (12)$$

$$P_2 = \frac{32500}{48000} = 0,67 \quad (13)$$

По полученным значениям формируется циклограмма. Значение аналога везде принимается за 1. В таблице 7 представлена сводная таблица характеристик стендов.

Таблица 7 – Сводная таблица характеристик стендов

Параметры	P-770E	M-401	ЛНК-007 (Аналог)	Разрабатываемый стенд
Привод	электрический	ручной	ручной	ручной
Вес, кг	445	169	117	82
Грузоподъемность, кг	2000	500	500	
Высота установки редуктора, мм	600	1000	900	1162
Площадь конструкции, м ²	2,6	0,94	1	0,49
Стоимость, руб.	114500	48000	32500	-

Выводы: исходя из данных в таблицы, была построена циклограмма с наглядностью о преимуществах того, или иного оборудования. Глядя на нее, становится понятно, что стенд ЛНК-007 является лучшим аналогом проектируемой конструкции. Будущий проект будет формироваться на основании конструкторских особенностях данного стенда.

3 Стенд для ремонта редуктора заднего моста автомобилей КамАЗ

3.1 Техническое предложение

3.1.1 Подбор материалов

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

3.1.2 Общее конструктивное устройство стенда

3.1.2.1 Конструктивное устройство стенда

Проектируемый стенд состоит:

- Рама 1 – стальные трубы сварены между собой;
- Поворотный мост 2, смещенный от оси поворота за счет сварки между фланцами – переработанный и улучшенный задний мост КамАЗа. Доработали мост отрезав концы, приварив пластины на место отреза и приварив валы, зажимающиеся в опоре 3. Снят кожух редуктора, что обеспечивает более удобный подход к главной передаче при работе на стенде;
- Опора 3, в которых происходит поворот моста 2;
- Тормозной механизм 6, установленный на правой стойке;
- Колесо 4 – управление системой торможения;
- Поддон 5 для хранения масла с фильтрующей сеткой для исключения попадания инородных предметов в масло. В сетке имеется контролер количества масла в поддоне;
- Штырь фиксирующего механизма 7, которым производится фиксация колеса 4;
- Анкер 8, который служит креплением рамы к напольному покрытию.

Принцип работы стенда заключается в установке редуктора к мосту 2. Мост 2 поворачивается оператором при помощи колеса 4 до максимально

удобной позиции для установки редуктора. Перед началом вращения моста 2 необходимо отключить тормозной механизм 6 при помощи фиксирующего штыря 7. Ось поворота смещена относительно оси моста, что позволяет сопоставить центр тяжести редуктора с центром поворота моста – данное решение позволит осуществлять вращение моста более простым для оператора.

Редуктор необходимо крепить к мосту как минимум на 3 болта М8. Когда редуктор установлен на стенд, кран необходимо убрать на место.

Далее осуществляются работы по ремонту редуктора. Редуктор можно вращать вокруг опоры 3 при отключенной фиксации 6, при этом необходимо держать отодвинутым фиксирующее устройство 7.

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 убрать на рабочем месте, навести порядок, разложить инструменты по своим местам.

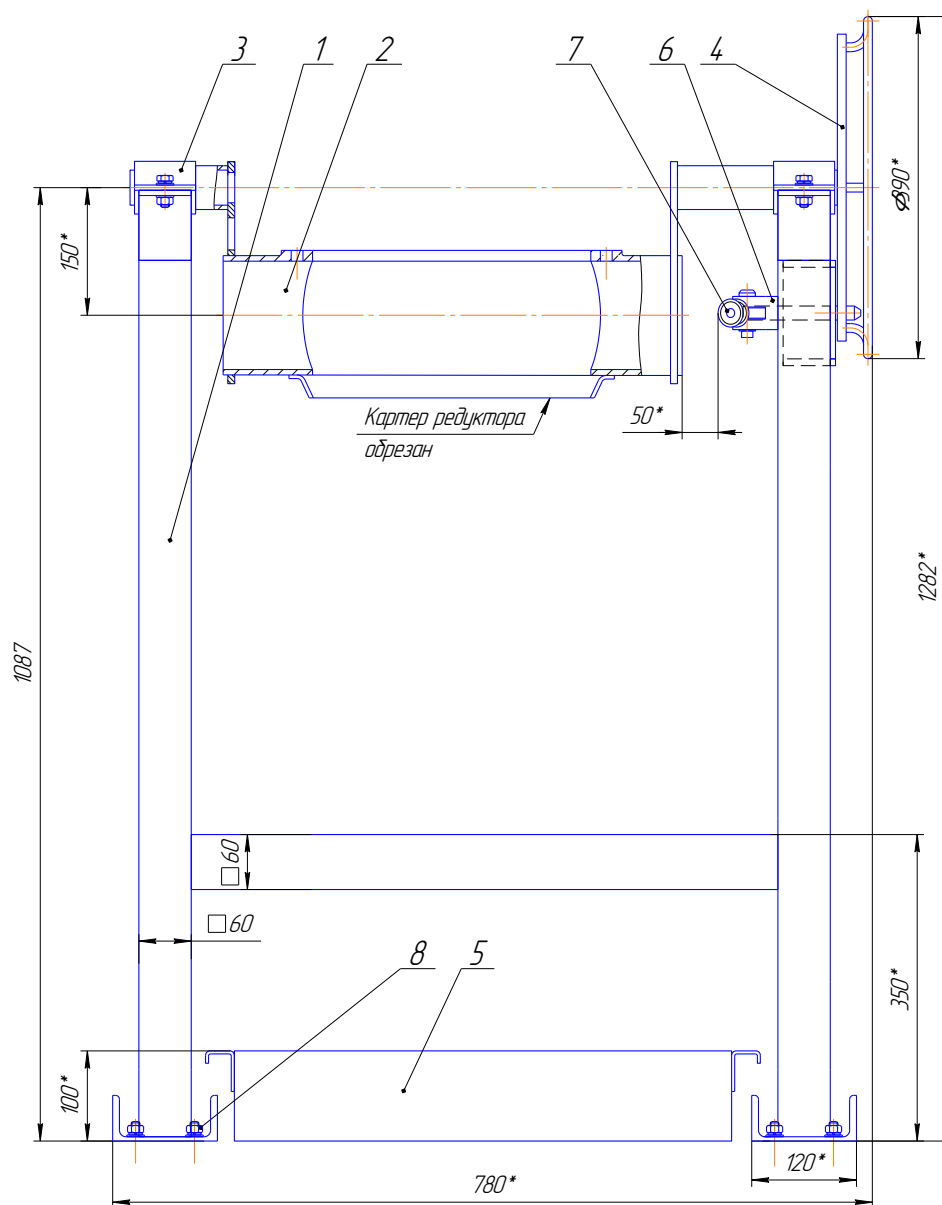
3.1.2.2 Опора поворота моста

Опора поворотного моста состоит представляет собой сложную техническую конструкцию. За основу взят мост КамАЗа и проведена доработка его составляющих (рисунок 4, 5).

Опора моста состоит:

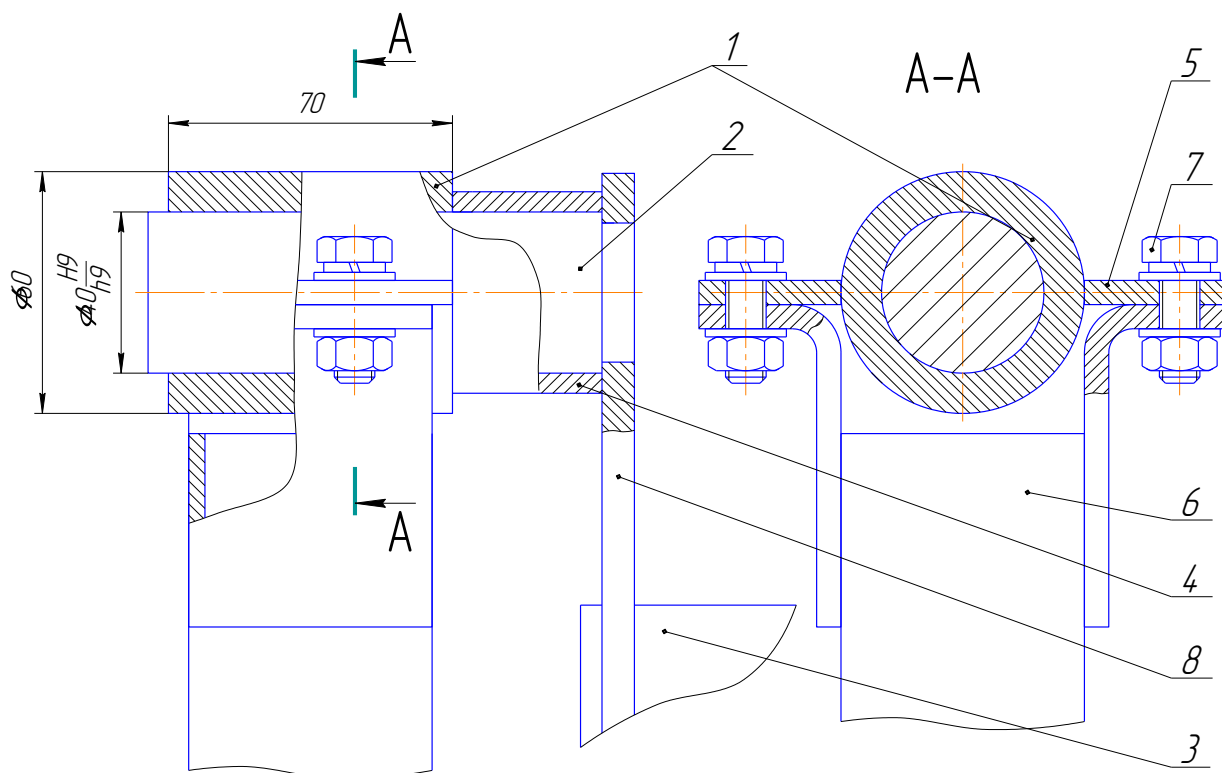
- сварной корпус 1;
- валы 2, которые вставляются в сварной корпус 1;
- мост 3;
- дистанционное кольцо 4, которое находится между сварным корпусом и валами.

- пластина 8 для переноса центра тяжести детали, закрепляющаяся на валу.
- стойки рамы станда 6
- фланец 5, который крепится к стойкам рамы при помощи болта 7.



- 1 – рама, 2 – мост, 3 – опора поворота моста, 4 – колесо, 5 – поддон сбора масла, 6 – фиксирующий механизм, 7 – рычаг, 8 – анкер

Рисунок 4 – Схема станда для ремонта редуктора ГП КамАЗ



1 – сварной корпус, 2 – вал моста, 3 – мост, 4 – кольцо дистанционное, 5 – фланцы, 6 – стойки рамы стэнда, 7 – болтовой крепеж

Рисунок 5 – Опора поворота моста

Работа поворотного моста заключается в проворачивании моста по осям валов 2 внутри корпуса 1. Вращение происходит через пластины 8, которые приварены с торца моста 3. Дистанционные кольца 4 установлены с обеих сторон моста для ликвидации возможности «гуляния» моста между стоек 6. Чтобы провести ремонт поворотного моста нужно отвернуть болт 7, после чего корпус 1 можно легко снять.

3.1.2.3 Система фиксации вращения моста

Система фиксации вращения моста состоит из двух части, которые прикреплены друг к другу фиксатором 6.

– одна из частей – колесо – диск 1 из толстой стали, крепящаяся к валу 3 при помощи штифта 4. 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 кронштейна 11, которая фиксируется на стенде. Внутри стенда расположена ось 10. На оси установлен рычаг 8, который находится в состоянии натяжения при помощи пружины 9. Благодаря пружине, рычаг всегда включен. Рычаг зафиксирован через ось 7 с фиксатором 6. Фиксатор находится в корпусе 5. Корпус располагается возле стойки 12, к которой он приварен дуговой сваркой. Корпус – это профильная конструкция, выполненная из стальных направляющих, соединённых двумя пластинами. Пластины являются направляющими для фиксатора 6, который движется между них.

Принцип работы система фиксации вращения моста:

– фиксатор находится в состоянии активности, диск 1 зафиксирован, рычаг 8 натянут пружиной 9. Фиксация установлена в положении лево.

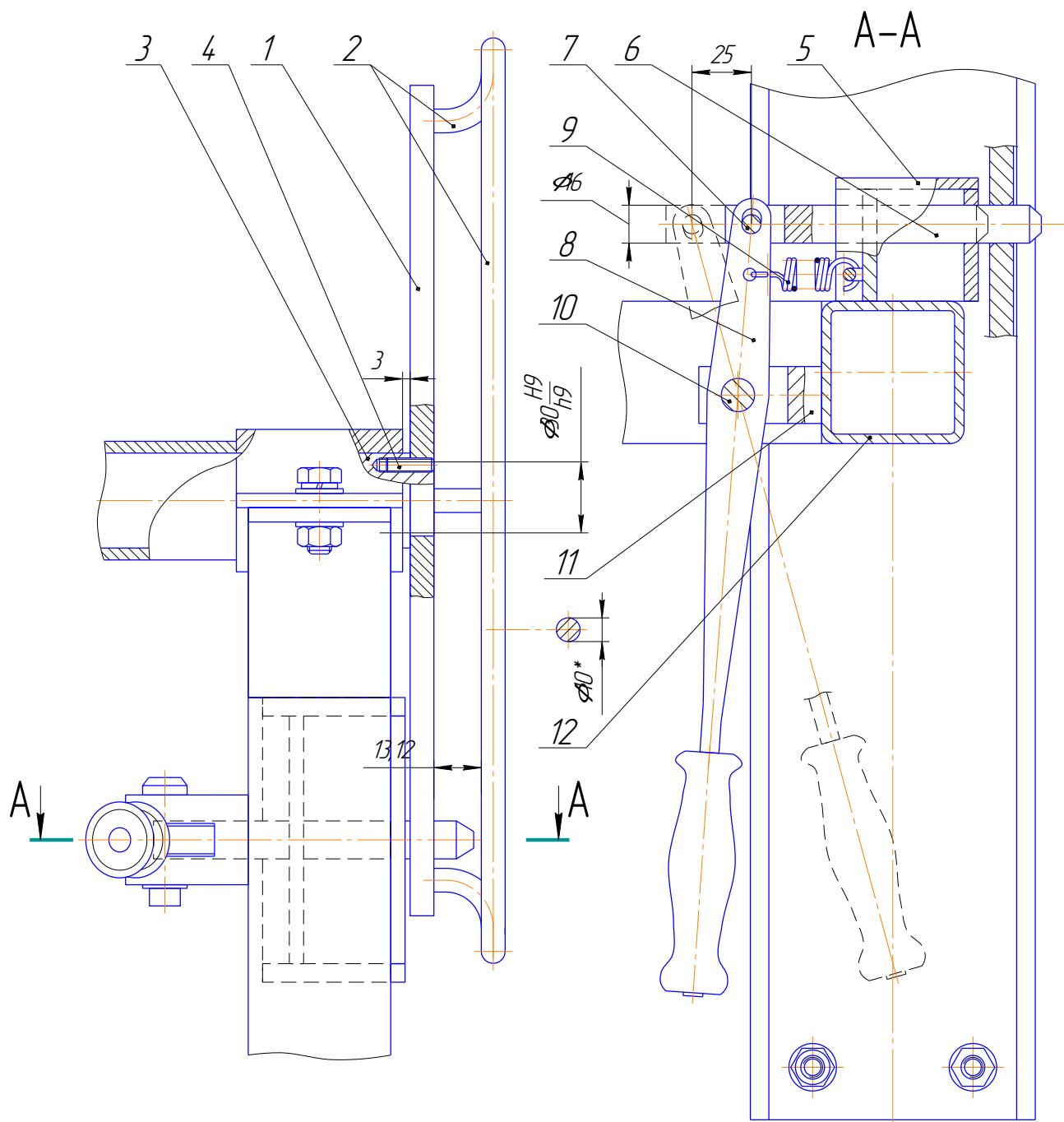
– редуктор можно повернуть. Для этого необходимо нажать и держать рычаг 8 в положении право. Когда рычаг в положении право, пружина 9 разжата, из диска 1 фиксатор 6 выходит, при этом происходит выключение механизма фиксации. После это вал 3 может спокойно провернуться.

– поворачивать мост теперь возможно. Для этого необходимо крутить колесо 2 второй рукой. Когда мост находится в нужном положении, необходимо вернуть рычаг 8 обратно в положение лево. Затем диск 1 повернуть до фиксации механизма 6. Таким образом мост закрепляется в моменте, когда оси фиксатора и отверстия становятся соосными.

3.1.3 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 (рисунок 6) со всех сторон становится понятно, что стенд симметричен со всех сторон.



1 – диск, 2 – каркас кольца, 3 – вал, 4 – фиксирующий штифт, 5 – корпус, 6 – палец, 7 – ось, 8 – рычаг, 9 – пружина, 10 – ось, 11 – кронштейн, 12 – стойка каркаса стенда

Рисунок 6 – Система фиксации вращения моста

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.

3.1.4 Требования эргономики

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.

3.2 Расчет конструкции стенда

3.2.1 Расчет привода стенда

3.2.1.1 Определение крутящих моментов

«При определении крутящих моментов задаемся весом редуктора КамАЗ (по паспортным данным – 54 кг), при повороте его оператором за фланец кардана. Таким образом, момент необходимый для проворачивания редуктора вокруг оси моста стенда, будет равен произведению массы редуктора на расстояние от точки тяжести редуктора до центра вращения моста.

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

где $m = 54 \text{ кг} = 540 \text{ Н}$ – вес редуктора, (по паспортным данным),
 $l = 100 \text{ мм} = 0,175 \text{ м}$ – плечо центра тяжести редуктора (см СБ)
 $k = 0,9$ – КПД трения при вращении моста в подшипниках скольжения (сталь-сталь)» [28].

Тогда:

$$M_{кр} = 540 \cdot 0,175 \cdot 0,9 = 194,4 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (15)$$

3.2.1.2 Усилие оператора

«Поскольку на стенде применен ручной привод, необходимо определить усилие, прилагаемое оператором для проворачивания редуктора на стенде – по результатам расчета возможно необходим подбор промежуточного редуктора. Усилие определяется исходя из выражения:

$$[F] \geq F = \frac{M_{кр}}{l_{оп}}, \text{ Н.} \quad (16)$$

где $[F] = 15 \text{ кг} = 150 \text{ Н}$ – усилие руки человека,
 $l_{оп} = 175 \text{ мм} = 0,175 \text{ м}$ – плечо усилия оператора [см. СБ],
 $M_{кр}$ – момент, необходимый для поворота моста (см ранее)» [28].

Тогда:

$$F = \frac{194,4}{0,175} = 148,8 \text{ Н.} \quad (17)$$

Проверка условия: $150 \geq 148$.

Вывод: применять промежуточный редуктор в данной конструкции нет необходимости.

3.2.2 Прочностные расчеты

3.2.2.1 Расчет вала опоры

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

Определение величин действующих сил (рисунок 7).

Сила G – нагрузка на вал от веса ремонтируемого редуктора, численно равна:

$$G = 54 \text{ кг (по паспортным данным).}$$

Крутящий динамический момент M – нагрузка от смещения веса тяжести редуктора с учетом ударных нагрузок при ремонтных работах на редукторе, численно не может превышать значение тормозного момента:

$$M = M_T = 330,48 \text{ Н}\cdot\text{м (см. ранее)}$$

а) Построение эпюр

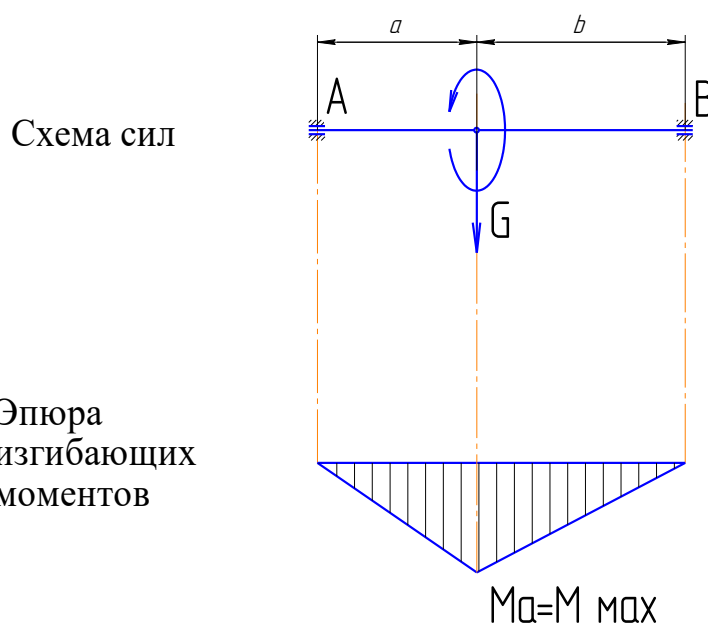


Рисунок 7 – Эпюра изгибающих моментов поворотного моста

«По построенным эпюрам находим величины изгибающих моментов (рисунок 7). Изгибающий момент от силы тяжести груза G найдем по формуле:

$$M_G = G \cdot a, \text{ кгм} \quad (18)$$

где $G = 54 \text{ кг}$,

$a = \frac{676}{1000}$ – коэффициент удаленности крутящего момента от опоры»

[27].

Тогда:

$$M_G = 54 \cdot \frac{676}{1220} = 29,92 \text{ кгм} \quad (19)$$

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 месте перехода заводского моста в вал поворотной опоры.

2) Определение диаметра вала

«Диаметр вала в опасном сечении определяется по формуле:

$$d = 3 \sqrt{\frac{M_{\text{экв}}}{0,1[\sigma_{-1}]_u}} \quad (20)$$

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

$$[\sigma_{-1}] = 200 \dots 300 \text{ кгсм}^2,$$

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

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

где M_u – суммарный изгибающий момент в опасном сечении,

$$M_u = 29,92 \text{ кгм} = 299,2 \text{ кгсм},$$

M_k – крутящий момент, передаваемый валом,

$$M_k = 330,48 \text{ Н}\cdot\text{м} = 3304,8 \text{ кгсм} \gg [28].$$

Тогда:

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{2992^2 + 0,75 \cdot 3304,8^2} = 4140,45 \text{ кгсм} \quad (22)$$

В итоге:

$$d = 3 \sqrt{\frac{4140,45}{0,1 \cdot 300}} = 3,905 \text{ см} \quad (23)$$

Учитывая, что ранее в этом сечении диаметр вала конструктивно был принят равным 40 мм (см.СБ), перерасчет можно не делать.

По результатам расчета получили максимальный диаметр вала в поворотной опоре $d = 40$ мм.

3.2.2.2 Расчет устойчивости стоек каркаса

Вал испытывает изгиб продольной оси от действия момента $M_{кр}$ (рисунок 8), образованного смещенной силой тяжести редуктора.

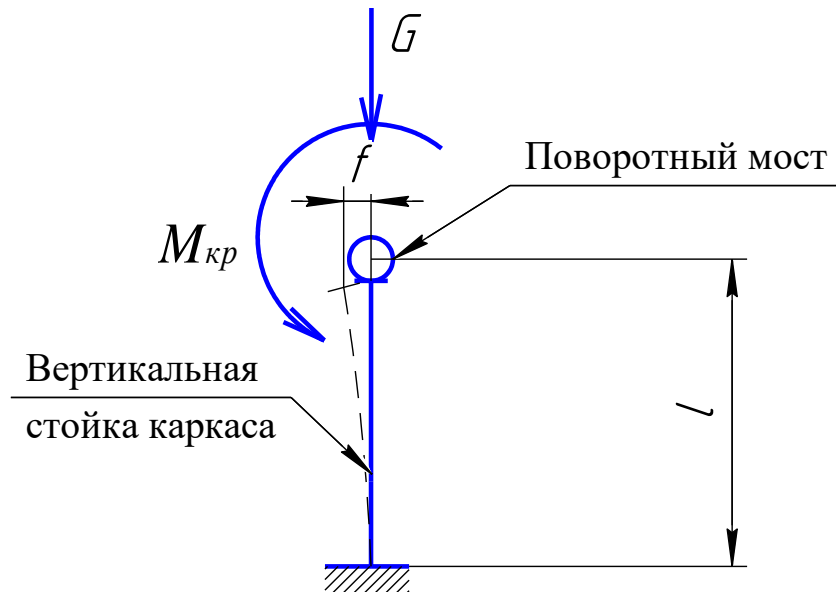


Рисунок 8 – Схема сил вала опоры поворотного стола

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

$$f < [f], \quad (24)$$

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

$M_{кр} = M_G = 29,92$ 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,

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

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

где: $a = 60 \text{ мм} = 0,06 \text{ м}$ – наружная длина сечения, принята конструктивно,

$b = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}$ – наружная ширина сечения, принята конструктивно,

$a_1 = 54 \text{ мм} = 0,054 \text{ м}$ – внутренняя длина сечения, принята конструктивно,

$b_1 = 34 \text{ мм} = 0,034 \text{ м}$ – внутренняя ширина сечения, принята конструктивно» [28].

Тогда,

$$J_x = \frac{0,06 \cdot 0,04^3 - 0,054 \cdot 0,034^3}{12} = 0,000000143132 = 1,43 \cdot 10^{-7} \text{ м}, \quad (25)$$

В итоге:

$$f = \frac{29,92 \cdot 1,145^2}{2 \cdot 1,92 \cdot 10^5 \cdot 1,43 \cdot 10^{-7}} = 7,14 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 0,714 \text{ мм}, \quad (26)$$

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

Условие устойчивости принимает вид:

$$0,714 < 5,725 \quad (27)$$

Выводы: в разделе представлено конструктивное устройство стенда и приведены необходимые расчеты.

4 Технологический процесс разборки главной передачи заднего моста автомобиля КамАЗ-65207

4.1 Условия работы заднего моста и главной передачи

«На всех отечественных автомобилях ведущий мост представляет собой силовую балку, внутри которой устанавливаются элементы трансмиссии - главная передача, дифференциал, ведущие полуоси и ступицы ведущих колес» [7].

«Главная передача предназначена для увеличения общего передаточного числа трансмиссии. Поскольку в коробке передач может быть включена прямая или даже повышающая передача, то частота вращения выходного вала коробки, а следовательно, и входного вала главной передачи может быть равна частоте вращения вала двигателя или даже ее превосходить. Частота вращения ведущих колес автомобиля при реальных скоростях его движения должна быть значительно меньше. Согласование частот вращения ведущих колес автомобиля и выходного вала коробки осуществляется в специальном редукторе, который называется главной передачей. Кроме этого, в автомобилях с продольным расположением силового агрегата при подводе мощности к ведущим колесам требуется изменение направления потока мощности на 90° . Эту функцию выполняет также главная передача. В подавляющем большинстве случаев главная передача представляет собой редуктор, образованный парой конических шестерен. Если оси шестерен пересекаются, передача называется конической, если ось ведущей шестерни смещена относительно оси ведомой шестерни — гипоидной. Применение гипоидной главной передачи позволяет иметь в зацеплении большее число зубьев, что обеспечивает возможность передавать при тех же размерах больший крутящий момент с меньшим шумом. Недостатком гипоидных передач является значительное скольжение в зацеплении между зубьями

ведущей и ведомой шестерен, поэтому требуется применение специальной смазки. Ведущая и ведомая шестерни устанавливаются в картере главной передачи в подшипниковых опорах. Поскольку в зацеплении ведущей и ведомой шестерен возникают значительные радиальные и осевые нагрузки, применяются конические роликовые подшипники. Коническое зацепление весьма чувствительно к взаимным перемещениям ведущей и ведомой шестерен, поэтому подшипники ведущей и ведомой шестерен должны устанавливаться с определенным преднатягом, повышающим жесткость зацепления» [7-13].

«Главная передача устанавливается в балке заднего ведущего моста, от ведомой шестерни главной передачи крутящий момент передается к узлу, подводящему крутящий момент к валам привода колес (полуосям) при обеспечении возможности вращения их с разными угловыми скоростями. Такой узел называется дифференциалом. В большинстве конструкций главных передач автомобилей применяется конический шестеренчатый дифференциал, состоящий из цельного или составного корпуса, прикрепляемого болтами к ведомой шестерне главной передачи, встроенной в этот корпус крестовины или двух пересекающихся осей и четырех конических шестерен (сателлитов), вращающихся на этих осях. Сателлиты зацеплены с двумя полуосевыми коническими шестернями, также встроенными в корпус дифференциала. Полуосевые шестерни устанавливаются на шлицах валов привода ведущих колес (полуосях). Связь полуосевых шестерен с ведомой шестерней главной передачи через сателлиты позволяет осуществить передачу равных крутящих моментов на полуоси с обеспечением возможности вращения их с разными угловыми скоростями» [15-17].

«В конструкции главной передачи обязательно предусматривается возможность регулирования преднатяга подшипников ведущей и ведомой шестерен и зацепления этих шестерен. Если в главной передаче требуется реализация чрезмерно большого передаточного числа, то потребуется ведомая

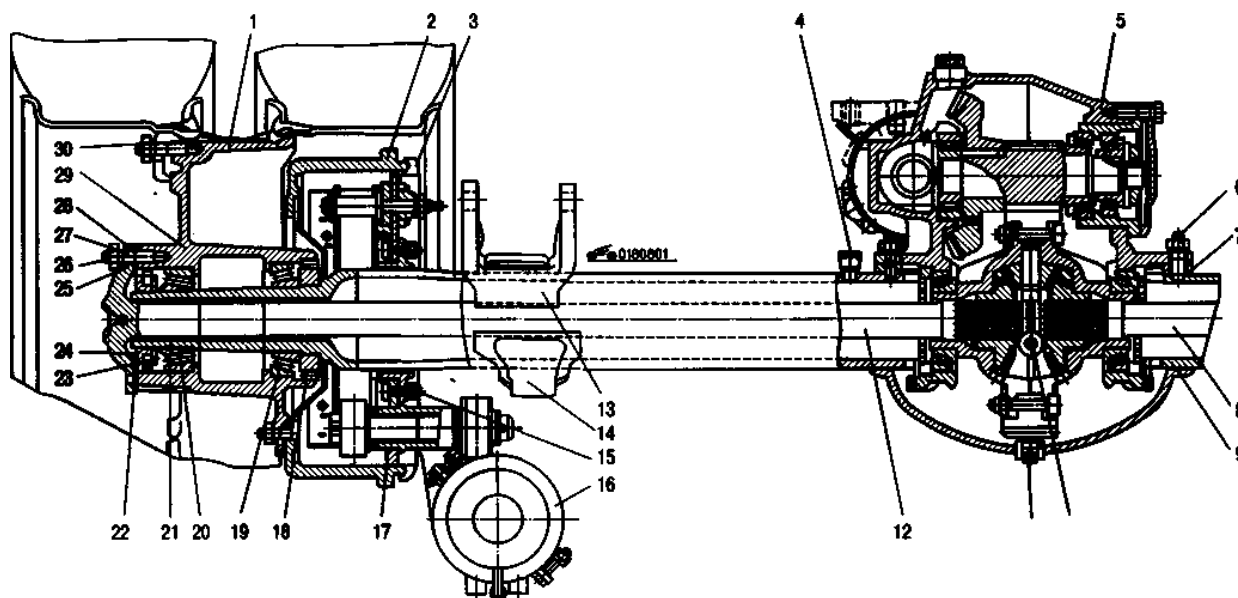
шестерня очень большого размера, что увеличит общие габариты главной передачи. Большие размеры главной передачи создадут значительные компоновочные затруднения, в частности, приведут к существенному повышению уровня пола автомобиля, что создаст затруднения для погрузки и выгрузки грузов. Поэтому в автомобилях применяют так называемые двойные главные передачи, в которых передаточное число реализуется как конической, так и цилиндрической зубчатыми парами. При этом коническая и цилиндрическая пары могут размещаться в одном картере — это простая двойная главная передача, так и быть разнесенными - в центральном редукторе размещается коническая пара, а дополнительные планетарные редукторы вынесены в ступицы ведущих колес — разнесенная двойная главная передача» [15-17].

4.2 Общие сведения

«На автомобили КамАЗ с колесной формулой 6x4 устанавливают два ведущих моста: промежуточный и задний. Конструкции мостов аналогичны, заключаются в установке в главной передаче промежуточного моста блокируемого межосевого дифференциала и отдельных оригинальных деталей, сопрягаемых с ним. Устройство заднего моста показано на рисунке 9» [29].

«Полноприводные автомобили КамАЗ с колесной формулой 6x6 оснащают тремя ведущими мостами: передним, промежуточным и задним. Конструкции промежуточного и заднего мостов одинаковы на всех автомобилях КамАЗ. Основным отличием главной передачи переднего моста полноприводных автомобилей является крепление фланцев к картеру в вертикальной плоскости и оригинальные детали - чашки колесного дифференциала, картер главной передачи, первичный вал, крышка и подшипник. Остальные детали мостов унифицированы. Каждый мост состоит

из картера, главной передачи, дифференциала и полуосей. Картеры промежуточного и заднего мостов сварные, из стальных штампованных балок, к которым приварены фланцы для крепления картеров главных передач и суппортов тормозных механизмов, цапфы ступиц крепления реактивных штанг и опоры рессор. К картерам мостов автомобилей-самосвалов КамАЗ-55111, автомобилей КамАЗ-54112 и КамАЗ-53212 приварены установочные пластины для крепления опор рессор. Главная передача мостов двухступенчатая: первая ступень состоит из пары конических шестерен со спиральными зубьями, вторая - из пары цилиндрических косозубых шестерен» [29].



«1 - проставочное кольцо; 2 - тормозной барабан; 3 - щиток; 4 - предохранительный клапан; 5 - картер главной передачи; 6 - шпилька; 7 - прокладка картера; 8 - правая полуось; 9 - картер заднего моста; 10 - контрольная пробка; 11 - сливная магнитная пробка; 12 - левая полуось; 13 - опора рессоры; 14 - кронштейн реактивной штанги; 15 - болт; 16 - тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором; 17 - тормозной механизм; 18 - манжета; 19, 20 - конические роликовые подшипники; 21 - гайка крепления подшипников; 22 - прокладка полуоси; 23 - стопорная шайба контргайки; 24 - контргайка; 25 - шпилька крепления полуоси; 26 - гайка; 27 - пружинная шайба; 28 - разжимная втулка; 29 - ступица; 30 - прижим колеса»

Рисунок 9 – Конструкция заднего моста и главной передачи» [29]

4.3 Наиболее характерные неисправности заднего моста

Наиболее характерные неисправности сведены в таблицу 8.

Таблица 8 – «Неисправности заднего моста»

Причина неисправности	Метод устранения
Повышенный шум заднего моста	
При определении шума моста нужно убедиться, что шум исходит именно из главной передачи, так как аналогичный по характеру шум может появиться при повреждении подшипников ступицы заднего колеса. При изменении характера дороги шум заднего моста не пропадает. Шум изношенного подшипника ступицы хорошо прослушивается при движении автомобиля с небольшой скоростью и пропадает при слабом торможении. Для выявления шума подшипника ступицы следует вывесить домкратом каждое колесо и при вращении колеса определить состояние подшипников	
Неправильная регулировка зацепления шестерен главной передачи по пятну контакта	Отрегулировать зацепление шестерен
Увеличенный боковой зазор в зацеплении ведущей и ведомой шестерен в результате износа зубьев	Заменить изношенные шестерни в комплекте. Регулировать положение шестерен для компенсации не следует
Нарушение регулировки подшипников из-за износа	Заменить изношенные подшипники, отрегулировать подшипники
Большой угловой люфт ведущей шестерни	
Износ шлицев полуоси	Заменить полуось
Увеличенный боковой зазор в зацеплении шестерен главной передачи вследствие износа зубьев	Заменить изношенные шестерни в комплекте
Износ или нарушение регулировки подшипников	Заменить изношенные подшипники или отрегулировать их
Течь масла через манжеты ведущей шестерни ступиц, а также по плоскости разъема картера	
Износ фланца ведущей шестерни, втулок цапф картера моста и рабочих кромок манжет ведущей шестерни ступиц, ослабление затяжки болтов крепления картера редуктора, разрыв прокладки картера редуктора или прокладки фланца полуоси	Заменить изношенные детали, затянуть болты
Задиры на зубьях шестерен главной передачи	
Низкокачественное масло	Заменить изношенные шестерни в комплекте, залить масло в соответствии с «Картой смазки» [29]

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).

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
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 рабочей зоны, движущиеся механизмы	Острые кромки инструмента, кантователей, самих агрегатов, низкая освещенность оборудования, находящегося на удалении от оконных приемов

Продолжение таблицы 11

1	2	3
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 стендов	Спецодежда (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки, ботинки)
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и	Рациональная планировка отделения и расстановка оборудования, инструктаж, предупреждающие знаки, использование сертифицированного оборудования и инструмента	Спецодежда (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки, ботинки)

Продолжение таблицы 12

1	2	3
оборудования		
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 $E = 300 \text{ лк}$	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

В таблице 14 представлены технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Таблица 14 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки 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 складывается 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 редуктора заднего моста автомобилей КамАЗ, рассмотрены основные условия работы заднего моста, 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. : Адукацяывыхаванне, 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. Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта: учеб.-метод. пособие / Ю.П. Петин, Г.В. Мураткин, Е.Е. Андреева. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. –103 с.: обл.;

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 : РусьАвтоткнига, 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

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<i>Документация</i>							
А1			22.БР.ПЭА.4 10.6100.000 СБ	Сборочный чертёж	1		
<i>Сборочные единицы</i>							
1			22.БР.ПЭА.4 10.6101.000	Задний мост с доработкой	1		
2			22.БР.ПЭА.4 10.6102.000	Рама стенда	1		
3			22.БР.ПЭА.4 10.6103.000	Сливной поддон	1		
4			22.БР.ПЭА.4 10.6104.000	Диск в сборе	1		
5			22.БР.ПЭА.4 10.6105.000	Корпус опоры	1		
6			22.БР.ПЭА.4 10.6106.000	Рукоять тормоза в сборе	1		
<i>Детали</i>							
8			22.БР.ПЭА.4 10.6100.008	Ось	1		
9			22.БР.ПЭА.4 10.6100.009	Шток	1		
10			22.БР.ПЭА.4 10.6100.010	Ось	1		
11			22.БР.ПЭА.4 10.6100.011	Кольцо	1		
12			22.БР.ПЭА.4 10.6100.012	Вал	1		
13			22.БР.ПЭА.4 10.6100.013	Вал	1		
14			22.БР.ПЭА.4 10.6100.014	Кольцо	1		
15			22.БР.ПЭА.4 10.6100.015	Щека	2		
<i>Стандартные изделия</i>							
16				Кольца запорные 12 МН 470-61	1		
22.БР.ПЭА.4 10.6100.000 СБ							
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Разраб.	Проб.	Ращупкин Драчев			Стенд для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ Сборочный чертёж		
Н.контр.	Утв.	Драчев Бабуровский					
					Лит.	Лист	Листов
							1
					ТГУ ИМ, гр. ЭТКбп-1702а		
Клпиппппл					Флпмпт А4		

Рисунок А.1 – Спецификация

