

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)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Проектирование кантователя для разборочно-сборочных работ
редукторов ведущих мостов автомобилей КАМАЗ

Обучающийся

А.А Савинов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Е. Епишкин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

В данной бакалаврской работе была проведена детальная разработка агрегатно-моторного отделения автотранспортного предприятия, специализирующегося на обслуживании 150 автомобилей КАМАЗ. Одной из главных задач работы было создание кантователя для разборки и сборки редуктора заднего моста данных автомобилей. В соответствии с поставленным техническим заданием был определен перечень работ, составлен график выполнения работ, выбран и расставлен соответствующий персонал, а также был проведен отбор и установка необходимого технологического оборудования.

В ходе работы были изучены существующие на рынке кантователи, и была проведена сравнительная оценка их характеристик с помощью метода построения циклограмм. Было выбрано наиболее подходящее технологическое оборудование из стендов, обладающих наилучшими характеристиками, в соответствии с требованиями предприятия.

На основе анализа аналогов было спроектировано собственное оборудование - кантователь для разборки и сборки редуктора заднего моста. Были разработаны сборочные чертежи конструкции и проведены расчеты элементов.

Была разработана последовательность технологического процесса разборки заднего моста автомобилей КАМАЗ с использованием спроектированного технологического оборудования. На основе этой последовательности была составлена подробная технологическая карта.

Также были определены меры по повышению безопасности условий труда на данном участке и рассчитана себестоимость нормочаса работ в подразделении.

Содержание

Введение.....	5
1 Технический проект грузового АТП на 150 автомобилей КАМАЗ-5320	6
1.1 Технологический расчёт предприятия.....	6
1.1.1 Исходные данные.....	6
1.1.2 Расчет параметров производственных участков.....	6
1.2 Формирование структуры здания и размещение помещений.....	7
1.3 Углубленная проработка агрегатно-моторного отделения	11
2 Анализ существующих аналогов технологического оборудования.....	18
2.1 Стенд для разборки - сборки V-образных двигателей Р770Е	18
2.2 Универсальный стенд Р-500Е.....	20
2.3 Стенд ЛНП-007	22
2.4 Построение и расчет сравнительной циклограммы	23
3 Стенд для ремонта редуктора заднего моста автомобилей КамАЗ	26
3.1 Конструктивное исполнение стенда	26
3.2 Эргономика и эстетика стенда.....	32
3.3 Конструктивный расчет проектируемого стенда	34
3.3.1 Расчет привода.....	34
3.3.2 Прочностной расчет стенда ремонта редуктора	36
4 Технологический процесс разборки главной передачи заднего моста автомобиля КамАЗ-5320.....	42
4.1 Условия работы заднего моста и главной передачи.....	42
4.2 Общие сведения	44
4.3 Наиболее характерные неисправности заднего моста	46
4.4 Технологический процесс разборки главной передачи заднего моста автомобиля КамАЗ-5320.....	48
5 Экономическая эффективность разрабатываемого объекта.....	51
5.1 Расчёт материальных затрат	51
5.2 Определение затрат на оплату труда	55

5.3 Прочие расходы.....	56
5.4 Расчёт себестоимости одного нормо-часа работ	57
Заключение	59
Список используемых источников.....	60
Приложение А	64

Введение

Восстановление экономики и увеличение объема рынка привели к развитию автомобильных предприятий и росту спроса на услуги по обслуживанию автомобилей. Вместе с этим возросла необходимость в проектировании и использовании специализированного оборудования для ремонта редукторов, в том числе.

Качество и эффективность работы автомобилей являются важными факторами для всех автовладельцев. Редукторы играют ключевую роль в передаче мощности и обеспечении плавного и надежного движения автомобиля. Они подвержены износу и поломкам, особенно при интенсивной эксплуатации, поэтому их ремонт и замена являются неотъемлемой частью обслуживания автомобилей.

Особенности конструкции и технические характеристики автомобилей постоянно совершенствуются. Проектирование оборудования для ремонта редукторов должно учитывать эти изменения и быть адаптированным под каждую марку и модель автомобиля. Необходимо иметь возможность проводить диагностику, разборку, ремонт и сборку редукторов с высокой точностью и в соответствии с требованиями производителя.

Кроме того, эффективность работы оборудования для ремонта редукторов играет важную роль в обслуживании автомобилей. Современные автосервисы стремятся минимизировать время проведения ремонтных работ, чтобы удовлетворить потребности своих клиентов. Поэтому проектирование оборудования должно учитывать не только его функциональность, но и скорость выполнения задач.

1 Технический проект грузового АТП на 150 автомобилей КАМАЗ-5320

1.1 Технологический расчёт предприятия

1.1.1 Исходные данные

Ниже приведены исходные данные для выполнения дипломного проекта [3], [17], [20]-[21]:

- «тип предприятия:	грузовое комплексное
- марка и модель автомобиля:	«КамАЗ-5320»
- 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:	$D_{РГ} = 250 \text{ дн}$
- природно-климатический район:	умеренный
- категория условий эксплуатации:	III
- пробег с начала эксплуатации:	$L_{\text{ОБЩ}} = 150000 \text{ км.}$
- время в наряде:	$T_H = 10,5 \text{ ч.}$
- 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:	$L_2^H = 12000 \text{ км}$
- габаритные размеры автомобиля, мм:	7435 × 2500 × 3350»

[5]

1.1.2 Расчет параметров производственных участков

«Параметры производственных участков, в которые входят: расчёт производственных площадей, расчёт количества постов, расчёт числа рабочих на производстве; проводились с применением стандартной методики, описанной в [9], [15], [20]-[22]. В таблице 1, приведены результаты расчёта, не

вошедшие в пояснительную записку по причине ограничений по объёму страниц. Полученные данные легли в основу для проектирования чертежей графической части проекта» [5].

1.2 Формирование структуры здания и размещение помещений

Проектируемое здание имеет прямоугольную форму размерами 72.000×36.000 мм, центральный пролёт шириной 24.000 мм и боковые пролёты шириной 6.000 мм. Форма и габаритные размеры были определены из удобства для совершения манёвров транспортными средствами на территории производственного участка, а также с целью наибольшей эффективности размещения оборудования участков [5], [15].

Для формирования каркаса здания применялись колонны из железобетона с квадратным сечением 400х400 мм, расположенных по сетке 12.000х6.000 мм и 12.000х24.000 мм, привязка выполнена по 0 мм. Шаг колонн составит 6.000мм в соответствии с боковым пролётом, что вполне соответствует стандартным стеновым панелям и оконным проёмам.

Высота каркаса производственного участка составляет 7.200 мм для обеспечения пространства крупногабаритных транспортных средств [5], [15]. Корпус здания по периметру оснащён стеклопакетами без тонирования, что позволяет обеспечить естественное освещение в светлое время суток, а применение ламп дневного света позволяют не ограничивать работу участка в зимний период в тёмное время суток.

Повышение износостойкости дорожного покрытия является важной задачей, которая требует комплексного подхода и использования современных технологий. Для достижения этой цели необходимо применить ряд мероприятий, которые позволят увеличить прочность и долговечность дорожного покрытия.

Во-первых, пол участка, который покрывается дорожным покрытием, тщательно подготовлен. Для этого предусмотрен ремонт и регулировка

грунта, чтобы обеспечить его равномерность и устойчивость. При необходимости проводятся укрепления основания дорожного покрытия с помощью специальных грунтовых материалов.

Внутри цехового пространства, которое служит основной рабочей площадкой, также предусмотрены меры для повышения износостойкости. Это достигается путем использования специальных покрытий, которые обладают повышенной устойчивостью к механическим воздействиям, химическим веществам и агрессивной среде. Такие покрытия защищают пол от царапин, сколов и других повреждений, что позволяет значительно продлить его срок службы.

Для повышения износостойкости дорожного покрытия также необходимо установить соответствующие элементы по периметру участка такие как, бордюры, барьеры или другие препятствия, которые предотвращают попадание на дорогу осколков, камней и других предметов, которые могут повредить покрытие.

Важным аспектом повышения износостойкости дорожного покрытия является использование качественных и долговечных материалов. Они должны быть устойчивы к атмосферным воздействиям, ультрафиолетовому излучению, механическим нагрузкам и другим внешним факторам. При выборе материалов необходимо учитывать особенности конкретного участка и его эксплуатационные условия.

Профессиональный подход к повышению износостойкости дорожного покрытия позволяет создать надежную и долговечную инфраструктуру, которая будет служить на протяжении длительного времени. Современные технологии и качественные материалы позволяют достичь высоких результатов в области улучшения дорожного покрытия, что способствует безопасности и комфорту на дорогах.

Таблица 1 - Параметры производственных участков

«Наименование подразделения»	Число постов	Кол-во работников, чел.	Площадь м ²	Площадь м ²
1	2	3	4	5
Малярно-кузовной участок	1	2	83	96
МТО (Моторно-агрегатное отделение)	-	2	42	45
Зона ТО-1	2	3	165	170
Зона ТР	4	6	331	360
Смазочных материалов с насосной	-	-	22	24
Лакокрасочных материалов и химикатов-	-	-	2	9
Электротехническое отделение	-	2	25	30
Аккумуляторное отделение	-			
Отделение приборов системы питания	-			
Тепловое отделение	-	2	45	52
Арматурное отделение	-	1	10	18
Участок Д-1	1	1	83	108
Участок Д-2	1	1	83	72
Итого на участках и в отделениях	-	34	1141	1241
Запасных частей	-	-	11	96
Агрегатов	-	-	34	
Материалов	-	-	9	
Шин	-	-	7	
Зона ТО-2	2	6	165	170
Промежуточный склад	-	-	11	25
Инструментально-раздаточная кладовая	-	-	2	7
Шинное отделение	-	1	15	18
Итого площадь складов	-	-	98	161» [5]

Рассмотрим далее расположение цеховых помещений.

Зона ТР содержит универсальные посты в количестве 4 шт. со смотровыми канавами и подкатными колоннами для удобства подъема транспортных средств; зона также содержит следующие участки: мойка узлов и агрегатов транспортного средства; моторно-агрегатный участок и слесарный участок. Для пополнения расходных материалов, а также для простого и быстрого доступа к запасным частям узлов и агрегатов автомобиля рядом с участком расположен склад запасных частей, с выходом на разгрузочную площадку перед зданием. Внутри участка отсутствуют перегородки, для

удобства перемещения между технологически оборудованием, а вход и выход выполнены со стороны участка текущего ремонта.

Малярно-кузовной участок представляет собой профессиональное помещение, которое находится у стены производственного корпуса и имеет отдельный въезд. Здесь располагаются склады лакокрасочных материалов и химикатов, необходимых для выполнения кузовных работ. На участке имеется специальное помещение, предназначенное для приготовления красок. Здесь смешиваются различные оттенки и составляют нужные цвета, исходя из требований клиента. Наличие отдельного въезда позволяет удобно доставлять и вывозить материалы и готовые изделия. Благодаря близости складов лакокрасочных материалов, маляры всегда имеют необходимое количество красок и химикатов для работы. Это позволяет избежать задержек и обеспечить непрерывность работ.

Арматурный и тепловой участки были размещены в одном блоке с кузовным участком.

Участки диагностики Д-1 и Д-2 входят в состав производственного корпуса и имеют защиту от шумового воздействия в виде специальных подвижных ворот, позволяющие изолировать помещение от смежных участков. Каждый из участков диагностики оснащён соответствующим технологическим оборудованием для выполнения требуемых задач [5], [9], [15], [20]-[22].

У внешней стены производственного корпуса располагается комплекс вспомогательных помещений: санитарно-технический узел, электро-технический участок, участок слесарной мастерской, ремонтный, строительный. Помещения оснащены отопительными приборами для поддержания теплового режима в холодное время года.

В обособленно-стоящем корпусе на станции технического обслуживания предусмотрена зона ежедневного обслуживания, включающая поточную линию.

Зона технического обслуживания расположена в центре производственного корпуса, она предоставляет услуги по ТО-1 и ТО-2 для различных видов транспортных средств.

В зоне технического обслуживания проводится ремонт топливной аппаратуры, электротехнических устройств, аккумуляторных батарей и шинного оборудования. Обслуживающий персонал выполняет проверку и настройку данных систем, а также замену поврежденных или изношенных деталей.

Для удобства и эффективности работы, в зоне технического обслуживания установлены специальные посты смазки. Они позволяют осуществлять смазку механизмов и подшипников различных узлов автомобиля или другого транспортного средства. Это важный этап технического обслуживания, который способствует продлению срока службы и надежности работы автомобиля.

Также в зоне технического обслуживания находится склад смазочных материалов. Здесь хранятся различные виды масел, смазок и прочих средств, необходимых для проведения ремонта и обслуживания автомобилей. Это позволяет оперативно осуществлять замену или дозаправку смазочных материалов при необходимости.

1.3 Углубленная проработка агрегатно-моторного отделения

Рассмотрим виды работ, проводимые на участке:

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;

На разрабатываемом участке агрегатно-моторное отделение» [5] приспособлено для проведения текущего и капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания, их отдельных деталей, механизмов и систем. Отделение по обслуживанию двигателей было совмещено с агрегатным отделением поскольку операции, выполняемые на данных отделениях технически, можно считать смежными. Однако, факт объединения отделений позволит комфортно и экономично уменьшить габаритные размеры участка. В то же время на рассматриваемом участке возможно проведение следующих видов работ: сборочно-разборочные, моечные, диагностирующие, ремонтные, регулировочные, контрольные [5], [15].

В процессе эксплуатации производственного помещения производятся работы по сборке/разборке, связанные с ремонтом и диагностикой отдельных деталей и их подгонкой к месту монтажа. Также здесь включены работы по замене неисправных деталей на новые, либо восстановленные детали взаимозаменяемого типоразмера и посадочных мест [5], [15], [20], [21].

При проектировании было учтено, что для проведения указанных выше видов диагностических и ремонтных работ узлов и агрегатов автотранспортных средств, должно осуществляться в отделении агрегатов и двигателей, в то время как испытание и отработка узлов и агрегатов производятся в специальном помещении, также мойка предусмотрена в специальной моечной зоне, оборудованной сливом.

Для проведения указанных видов работ также необходимо предусмотреть специализированную подготовку персонала. С целью обеспечения качества диагностики и ремонта узлов и агрегатов автотранспортных средств необходимо предъявление особых условий к обслуживающему персоналу, поскольку от качества выполненных работ будет зависеть дальнейшее развитие и доход предприятия. С учётом высокой квалификации в работе в совокупности с сложным технологическим процессом, сложным оборудованием, квалификация производственного персонала должна быть не ниже слесаря 4-го разряда. Исключением может быть операция мойки узлов и агрегатов автотранспортного средства, для выполнения данной операции не требуется высокая квалификация и может быть выполнена слесарем 2-ого разряда.

Проведённые расчёты показали, что для полноценного функционирования проектируемого отделения необходимое количество обслуживающего персонала: 3шт. В состав персонала входят: слесарь-агрегатчик 4 разряда (1шт.), слесарь-моторист 5- разряда (1шт.); слесарь-агрегатчик 5 разряда (1шт.). Критерием отбора является: специализация фирмы на продаже и производстве оборудования для диагностико-ремонтных работ легковых автотранспортных средств на предприятиях автосервисов.

Оборудование, необходимое для выполнения описанных ранее видов диагностических и ремонтных работ автотранспортных средств, было систематизировано, проверено на соответствие минимальным затратам и сведено в карту технологического оборудования, представленного в таблице 2.

Площадь производственного участка можно определить в зависимости от «общей площади единиц оборудования и коэффициенту плотности расстановки данного оборудования [20], ниже представлена расчётная формула 1:

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

где, $K_{пл}$ - коэффициент плотности расстановки оборудования. В соответствии с [9, таблица 3.14, стр. 46] для крупногабаритного подвижного состава коэффициент плотности расстановки оборудования нужно принять равным 4,0; $\sum F_{обор}$ – общая площадь, занимаемая оборудованием;

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

$$+0,26 + 1,26) = 4,0 \times 10,25 \approx 41 \text{ м}^2$$

Таким образом» [5] было получено расчётное значение площади производственного участка и проведена планировка расположения помещений и оборудования.

Таблица 2 - Карта технологического оборудования

«Наименование оборудования	Модель	Кол-во	Габаритные размеры, мм
1	2	3	4
Стенд мобильный для ремонта редукторов мостов и коробок передач	P-600	1	1180x670x1000
Стенд статичный для ремонта и регулировки сцеплений	P-176	1	590x580x1030
Станок статичный сверлильный	P-175М	1	550x330x680
Стенд для ремонта аккумулятора тормозной камеры	C-1	1	380x370x580
Пресс гидравлический напольный, грузоподъемностью 30 т.	ППП-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	340*420*670
Устройство для обработки клапанов	P-177	1	360x180x80
Электрогидравлический пресс	P-338	1	470x200x860
Контейнер для лома	-	1	520x680x1150
Мобильная ванна для мойки малогабаритных изделий	OM-1316	1	1050x500x100

Продолжение таблицы 2

Стенд для ремонта двигателей	Соб.изг.	1	1850x1050x1050
Плита для контроля плоскостности блока и головки блока цилиндров» [5]	-	1	1000x750x1000
Устройство для контроля и сортировки	-	1	2000x800x1050
Стеллаж инструментальный	КО-390	1	710x600x1500
Стеллаж для сушки лабораторный	СНОЛ-35	1	610x665x960
Верстак	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

Принимаем общую площадь производственного участка исходя из суммарной площади расставляемого оборудования, расстояния между колоннами здания, минимального расстояния между всеми единицами оборудования, необходимого для комфортного и безопасного перемещения обслуживающего персонала: 45 м². Расположение помещения для агрегатно моторного отделения было определено исходя из удобства монтажа/демонтажа узлов и агрегатов автотранспортных средств. В связи с этим помещение было расположено у внешней стены производственного здания смежно с постами текущего ремонта. Такое положение обеспечивает минимальные задержки на транспортировку узлов и агрегатов автомобиля в процессе диагностики и ремонта на рабочее место в требуемом отделении. «Вход в помещение для мойки осуществляется через широкие раздвижные двери, упрощающие перемещение ремонтируемых узлов внутри отделения» [5].

Отделение оснащено специальной кран-балкой, позволяющей транспортировать изделия весом до 1.5 т. Данное устройство позволяет в «центре главного отделения установить: кантователи для ремонта узлов и агрегатов транспортного средства; мобильный стенд для ремонта сцепления; мобильные стенд для ремонта редукторов ведущих мостов, механических коробок передач, двигателей» [5]. Вдоль наружной стены отделения располагается сортировочная зона для сортировки деталей по признакам. С другой стороны расположены слесарное оборудование для ремонта головок блока цилиндров двигателя, а также сопутствующее оборудование в виде сушильных шкафов и сверлильных станков, позволяющих производить нагрев деталей машин при прессовых посадках.

В результате разработки на чертеже представлены потребители энергии, рабочие места персонала, система вентиляции и остальное оборудование с привязкой размеров к колоннам, стенам помещений, оконным и дверным проёмам. Размещение оборудования производилось в соответствии со стандартами и нормами, масштаб расположения помещений был выбран 1:15. Для отображения связи с главным производственным корпусом на чертеж была нанесена координатная сетка.

2 Анализ существующих аналогов технологического оборудования

Анализ размещенного на производственном участке оборудования показал необходимость разработки конструкции стенда для ремонта редуктора заднего моста, обеспечивающего минимальное потребление финансовых, трудовых и энергетических ресурсов, также необходимо учитывать безопасность труда и технико-экономические показатели.

В соответствии с заданной темой был проведен поиск аналогичных устройств:

- стенд для разборки - сборки V-образных двигателей P770E
- универсальный стенд P-500E
- универсальный стенд ЛНП-007

2.1 Стенд для разборки - сборки V-образных двигателей P770E

«Универсальный стенд для сборки и разборки V-образных двигателей P770E предназначен для следующих видов работ:

- ремонт узлов и агрегатов транспортных средств в подразделении автотранспортных предприятий
- проведение сборок и разборок двигателей и агрегатов транспортных средств

Рассматриваемое исполнение стенда предполагает климатическое исполнение "У" и категорию размещения: 4 в соответствии с ГОСТ 15150-69. Основные технические характеристики представлены в таблице 3.

Общий вид стенда представлен на рисунке 1» [5].

Таблица 3 - Технические характеристики станда Р770Е

«Наименование характеристики	Значение
Тип	стационарный
Снаряжённая масса, кг	<460
Общая грузоподъемность, кг	≈2000
Установленная мощность, кВт	0,75
Частота вращения шпинделя (траверсы), об/мин	<2,5
Способ поворота	Червячный редуктор с электродвигателем
Угол вращения двигателя, град.	360
Габаритные размеры станда, мм:	
- длина	<2282
- ширина	<1060
- высота	<1425
Срок службы, лет	≈8
Ресурс до среднего ремонта, ч» [5]	≈3000
Напряжение питания, В	≈380

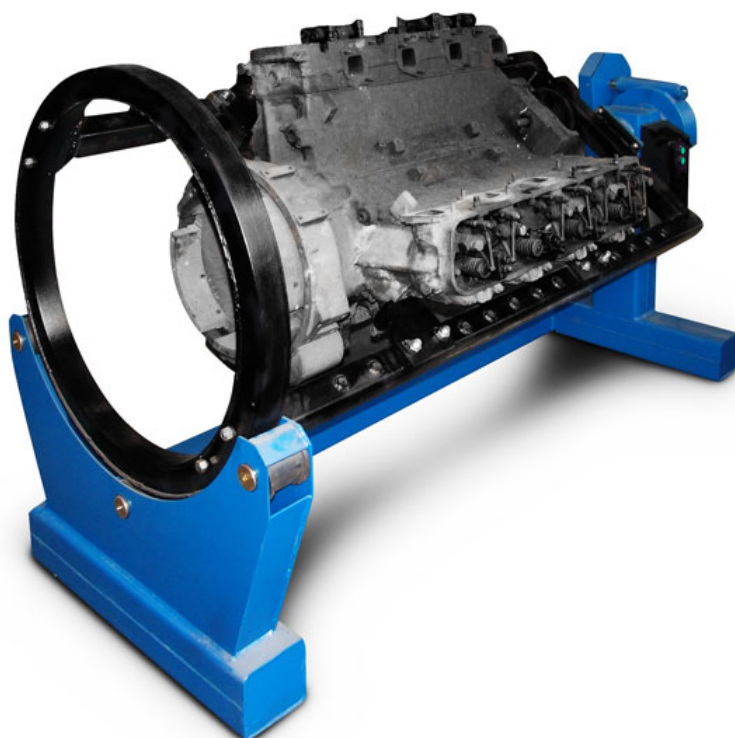


Рисунок 1 – Стенд для разборки - сборки V-образных двигателей P770E

2.2 Универсальный стенд P-500E

Универсальный стенд для проведения сборочно-разборочных работ двигателей и агрегатов автотранспортных средств P-500E предназначен для монтажа указанного стенда непосредственно в ремонтных подразделениях автотранспортных предприятий. Ниже приведены краткие технические сведения рассматриваемого стенда.

На рисунке 2 представлен внешний вид 2 универсальный стенд P-500E. В таблице 4 представлены характеристики рассматриваемого стенда.

Таблица 4 - Технические характеристики универсального стенда Р-500Е

«Наименование характеристики	Значение
Способ	Поворота вручную через червячный редуктор
Грузоподъемность	500 кг
Длина	1195 мм
Ширина	791 мм
Высота	1050 мм
Масса, не более	169 кг
Цена	48000 руб» [5]



Рисунок 2 – Стенд-кантователь Р-500Е

2.3 Стенд ЛНП-007

«Рассмотрим последний стенд ЛНП-001. Его технические характеристики представлены в таблице 5. Внешний вид стенда представлен на рисунке 3.

Таблица 5 - Технические характеристики стенда

Характеристики	Значение
Длина, мм	1000
Ширина, мм	1085
Высота, мм	1065
Масса: кг	117
Цена, руб	32 500» [5]



Рисунок 3 – Стенд ЛНП-007

2.4 Построение и расчет сравнительной циклограммы

Первый пункт диаграммы будет выражать удобство применения станда, выраженное через наличие электропривода, позволяющего уйти от необходимости ручного вращения. Примем наличие электропривода как 1, а наличие ручного привода как 0,5.

$$P_1 = 1/0,5 = 2$$

$$P_2 = 0,5/1 = 0,5$$

Мера инертности станда не влияет на работоспособность и устойчивость станда, однако в целях заботы о состоянии здоровья обслуживающего персонала следует уменьшать вес станда, поэтому:

$$P_1 = 117/455 = 0,26$$

$$P_2 = 117/169 = 0,69$$

Разрабатываемый станд должен обладать возможностью поднимать детали до 500кг. В соответствии с описанием стандов, 500 кг является минимальной грузоподъёмностью для выполнения заявленных работ:

$$P_1 = 400/2000 = 0,2$$

$$P_2 = 500/500 = 1,0$$

Одним из параметров станда является максимальная высота подъёма редуктора. Данный параметр отвечает за удобство обращения со стандом обслуживающего персонала:

$$P_1 = 900/600 = 1,5$$

$$P_2 = 900/1000 = 0,9$$

Одним из показателей станда является занимаемая площадь на территории производственного участка. Чем меньше площадь, занимаемая стандом, тем выше эффективность станда.

$$P_1 = 1/2,6 = 0,38$$

$$P_2 = 1/0,94 = 1,06$$

Заключительным показателем качества приемлемой экономической эффективности, а именно стоимость рассматриваемого станка. Чем меньше стоимость станка, тем выше этот показатель.

$$P_1 = 32500/114500 = 0,28$$

$$P_2 = 32500/48000 = 0,67$$

Полученные значения положены в основу циклограммы анализа, значение выбранного аналога принимается равным 1.

Из полученной диаграммы видно, что станок ЛНП-007 удовлетворяет всем требуемым условиям и его можно принять в качестве аналога разрабатываемой конструкции станка с дальнейшей модификацией, позволяющей снизить затраты ресурсов на производство и эксплуатацию разрабатываемой модели станка. В таблице 6 представлены сводные характеристики рассматриваемых станков.

Таблица 6 - Сводная таблица характеристик стандов

«Параметр	P-770E	M-401	ЛНК-007 (Аналог)	Разрабатываемый станд
Наличие привода	электрический	ручной	ручной	ручной
Общий вес конструкции, кг	445	169	117	82
Рабочая грузоподъемность, кг	2000	500	500	
Максимальная высота установки редуктора, мм	600	1000	900	1162
Занимаемая площадь, м ²	2,6	0,94	1	0,49
Стоимость, руб.	114500	48000	32500	-» [5]

В результате анализа существующих аналогов стандов, был определён прототип для дальнейшей его модификации при разработке станда.

3 Стенд для ремонта редуктора заднего моста автомобилей КамАЗ

3.1 Конструктивное исполнение стенда

На рисунке 4 представлена конструкция разрабатываемого стенда: для управления системой торможения стенда предусмотрено специальное колесо 4, располагающееся в правой части рамы 1, ниже рамы установлен поддон 5 сбора отработанной жидкости с механизмом сбора мелких деталей; контроль за уровнем собираемой жидкости осуществляется посредством смотрового паза в углу решётки. Колесо 4 закрепляется штырём механизма, имеющим рычаг управления 7. Для надёжной фиксации конструкции стенда на уровне пола применены специальные анкерные болты 8.

«Разрабатываемая конструкция стенда включает в себя несущую раму 1, с закреплённым мостом 2 в верхней части. Закреплённый мост имеет возможность поворота в опорах 3 на 360 градусов. Сама конструкция несущей рамы состоит из стандартных профилей стального проката, сваренных между собой. Мост имеющей сварное соединение с фланцами на краях, образует смещение оси моста относительно оси поворота стенда. Для обеспечения необходимых условий под посадочное место разбираемого редуктора, мост 2 выполнен в виде корпуса заднего моста автотранспортного средства КамАЗ, на правой стойке которой установлен механизм торможения 6. Необходимая модификация моста осуществляется посредством укорачивания концов моста» [5] и монтажа с применением сварочного соединения пластин в полученные фланцы. Далее осуществляется сварное соединение пластин с валами, которые фиксируются в опорах 3. Доступ обслуживающего персонала к деталям и узлам редуктора осуществляется посредством удаления защитного кожуха редуктора главной передачи.

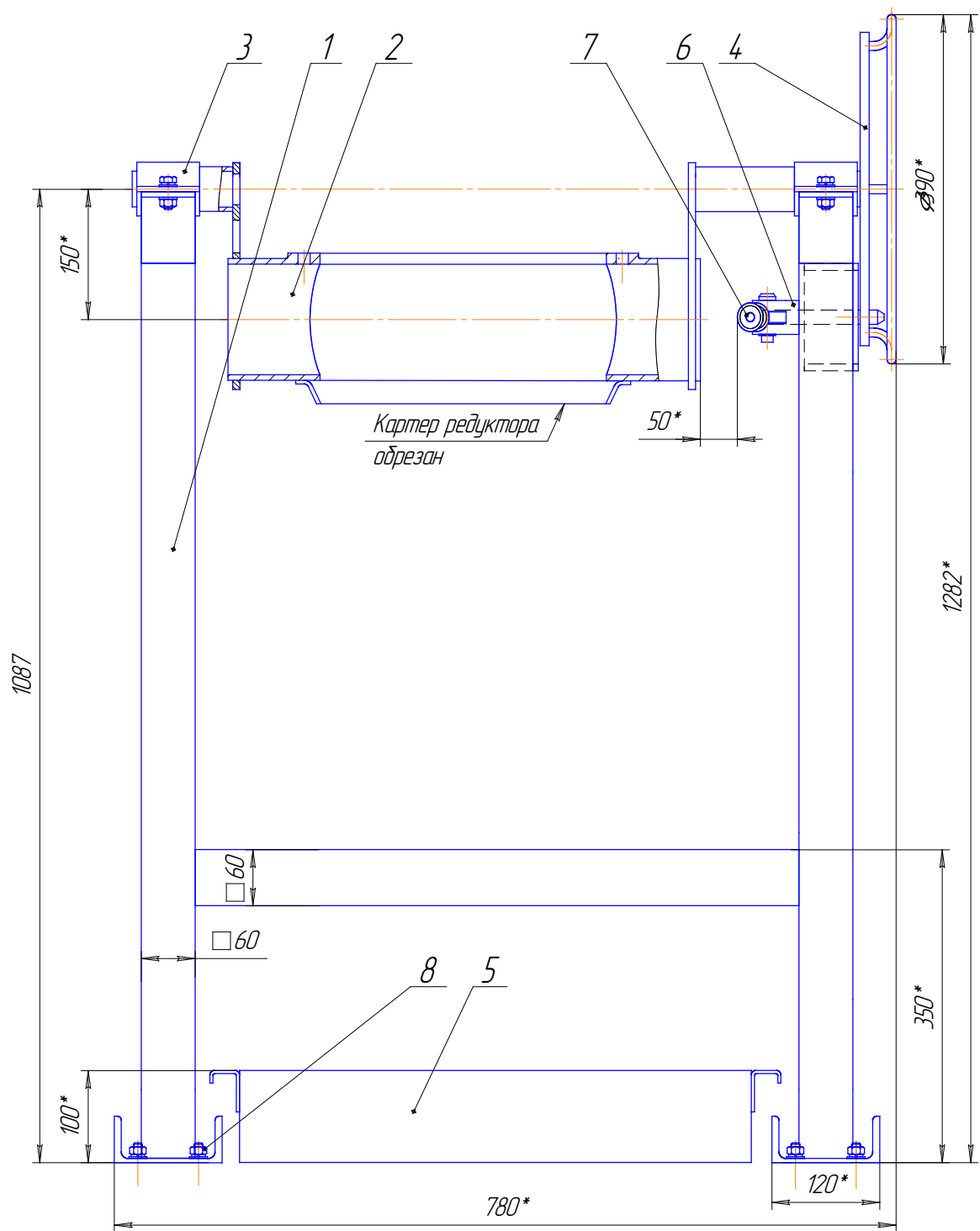
Рассмотрим далее работу проектируемого стенда:

- закрепление редуктора на мосту осуществляется после выбора оптимального положения редуктора посредством вращения колеса 4.

Вращение колеса 4 позволяет произвести поворот моста 2, однако в этом случае необходимо выжать рычаг 7 и произвести отключение механизма торможения 6. Транспортировка редуктора до ремонтного стенда предусмотрена посредством кран-балки, описываемой ранее. С целью оптимизации затрат усилия обслуживающего персонала при повороте моста предусмотрен перенос центра тяжести агрегата в центр поворота, данное действие достигается за счёт смещения оси поворота и оси моста;

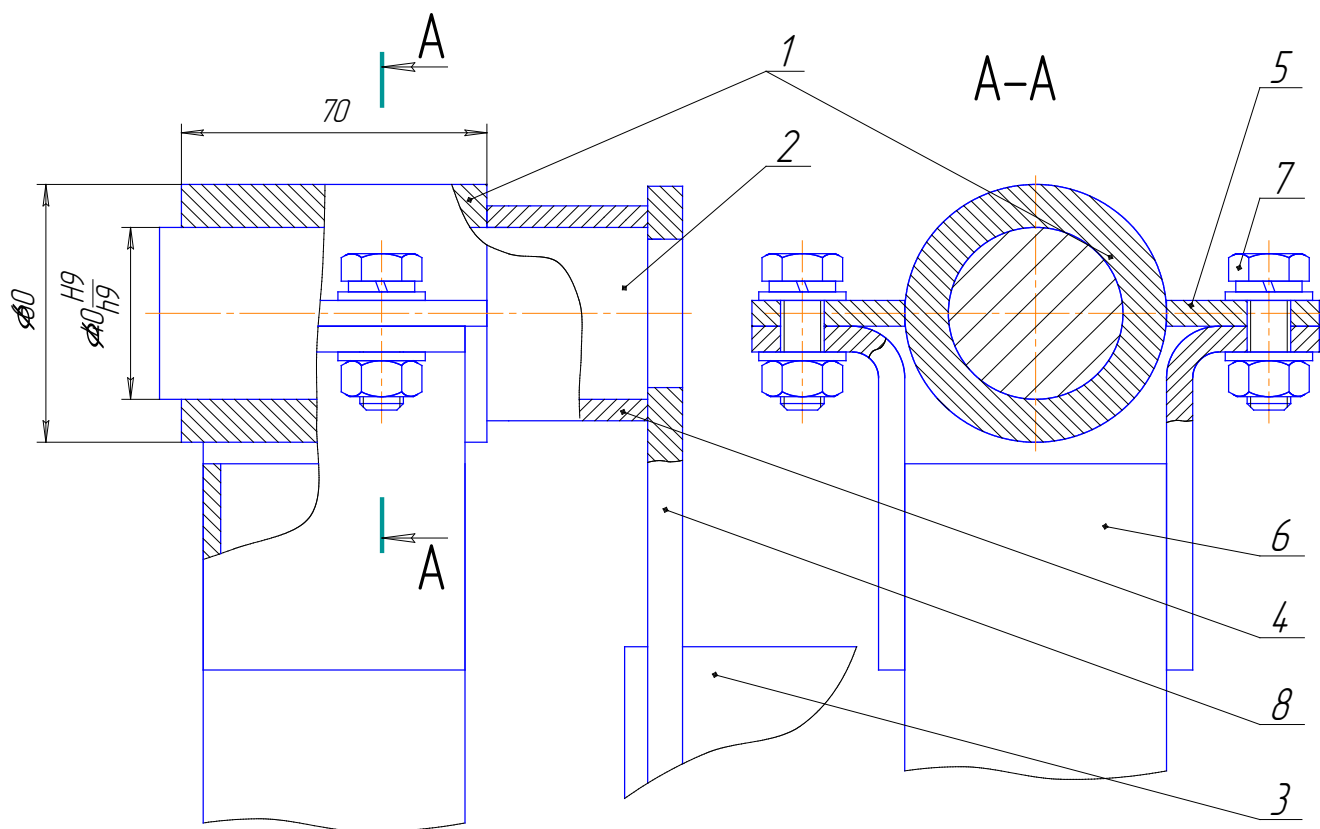
- происходит фиксация подвешенного редуктора к стенду не менее чем тремя болтами резьбой М8.
- для удобства проведения ремонтных работ редуктор может быть повернут вокруг оси опоры 3. Для этого необходимо отключить фиксирующий элемент 6, произвести поворот редуктора, при этом необходимо поддерживать рычаг 7. Кран-балка удаляется из рабочей зоны редуктора после окончания фиксации редуктора.
- по завершении ремонтных работ редуктор демонтируется со стенда аналогичным образом в обратном порядке. После удаления редуктора кран-балкой он транспортируется на специальную транспортную тележку для дальнейшей транспортировки. Окончание ремонтных работ завершается приведением в исходное состояние стенда, обслуживающего оборудования и помещения. Необходимо устранить все загрязнения и отходы, возникшие в процессе проведения ремонтных работ редуктора на проектируемом стенде.

На корпусе опоры посредством сварного соединения установлены фланцы 5, служащие для фиксации и крепления опоры к стойкам 8 несущей рамы. Сама несущая рама стенда фиксируется с опорами посредством болтового соединения 7. Между валами 2 моста стенда установлены специальные кольца 4. Сами валы вмонтированы в сварной корпус, входящий в состав опоры поворота моста, представленной на рисунках 4 и 5. Перенос центра тяжести редуктора осуществляется благодаря приваренной пластине 8 на конце вала.



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

Рисунок 4 – Схема расположения узлов ремонтного стенда редуктора



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

Рисунок 5 – Поворотный узел станда

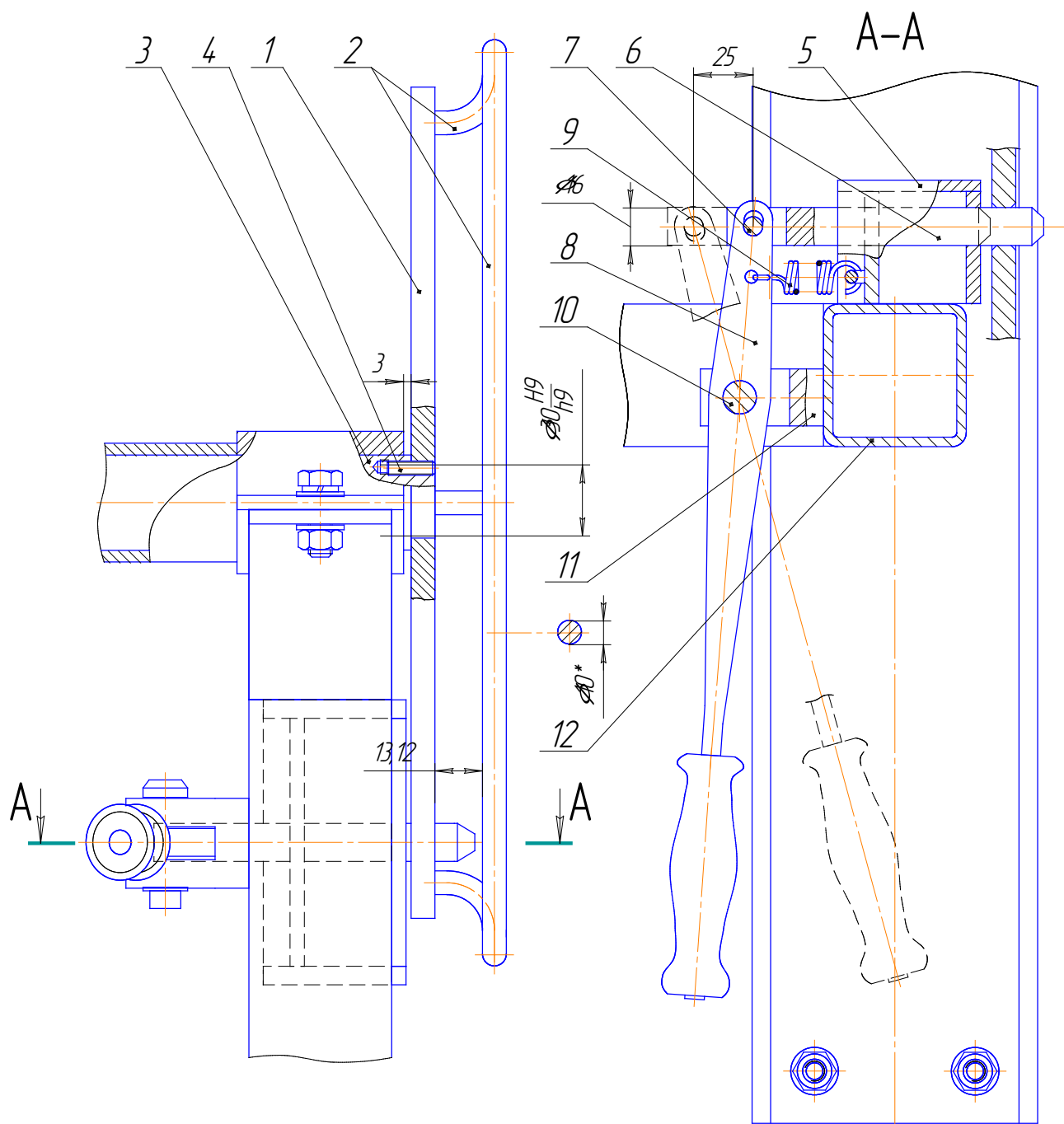
Болтовой крепёж 7 служит для осуществления ремонта/сборки/разборки рассматриваемого узла, посредством фиксации корпусов 1. Корпуса 1 необходимо демонтировать перед началом проведения работ, для этого необходимо удалить болтовой фиксатор 7. Поворот моста в корпусе осуществляется вокруг осей валов 2 посредством пластин, которые имеют сварное соединение с торцами моста 3 и валов 2.

На рисунке 6 представлена система фиксации поворота моста, состоящая из двух частей, которые имеют соединение друг с другом посредством пальца 6. Первая часть представляет собой колесо 1, сделанное из толстолистого куска стали конструкционного типа. Лист закреплён неподвижно на валу через штифт 4. Каркас колеса представляет собой

сварную конструкцию, из прутка стали диаметром 1 см. В диске просверлены отверстия в количестве 8 штук под указанный ранее палец 6.

Устройство корпуса можно представить в виде швеллера, выполненного из стали. С внутренней стороны швеллера сварным соединением смонтированы перегородки. Данные перегородки выступают в роли направляющих, через которые насквозь проходит палец 6. К стойке 12 приварен корпус 5, который содержит в себе палец 6. С «пальцем шарнирным соединением связан конец рычага через ось 7. Данный рычаг постоянно удерживается включённым посредством пружинного механизма. Сам рычаг 8, поджатый пружинным механизмом 9 монтируется на ось 10. Ось 10 монтируется на несущей раме стенда, нижняя часть которой состоит из приварного кронштейна 11» [5], [6], [7], [10].

При работе стенда механизм фиксации находится в непрерывной работе, в то время как диск 1 фиксирован, рычаг 8 поджат пружинным механизмом 9 и зафиксирован в крайнем положении. В случае возникновения необходимости смены угла разворота редуктора, обслуживающий персонал использует рычаг 8, под действием пружинного механизма 9, палец 6 производит отпускание диска 1, тем самым механизм, механизм фиксации отключается и вал 3 производит проворот редуктора.



- 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 – Механизм позиционирования и фиксации вращения моста

Дальнейшее вращение редуктора осуществляется посредством кольца 2, по завершении процедуры смены угла вращения редуктора обслуживающий персонал переводит рычаг 8 в исходное состояние, отворачивает диск. Далее палец попадает в отверстия на диске и происходит фиксация положения редуктора.

3.2 Эргономика и эстетика стенда

При разработке стенда для ремонта редуктора заднего моста, одним из важных аспектов является его эстетика. Конструктивный стиль и внешняя форма стенда должны быть гармоничными и продуманными, чтобы не только обеспечить функциональность, но и создать приятное визуальное впечатление [1], [16], [18], [19].

Одним из важных принципов, которые следует учесть при разработке стенда, является симметрия в расположении парных узлов. Это помогает создать баланс и гармонию в конструкции стенда. Парные узлы должны быть расположены симметрично относительно центральной оси стенда, что создает визуальное равновесие.

Внешняя форма стенда также имеет значение. Она должна быть удобной для работы и облегчать удаление загрязнений. Продуманная конструкция позволяет легко достигать нужных участков редуктора заднего моста и осуществлять ремонтные работы с минимальными усилиями.

Одним из аспектов эстетики стенда является его окраска. Эстетичный вид окраски стенда придает ему привлекательность и профессиональный вид. Выбор цвета зависит от предпочтений заказчика, но важно учесть, что яркие и насыщенные цвета могут выделить подвижные части стенда, что поможет оператору быстро определить их местоположение и выполнить необходимые действия.

Таким образом, эстетика внешнего вида стенда для ремонта редуктора заднего моста играет важную роль в его функциональности и привлекательности. Конструктивный стиль и гармоничная конструкция обеспечивают удобство и эффективность работы, а продуманная форма стенда и эстетичный вид окраски добавляют профессионализма и привлекательности. При разработке стенда была учтена симметрия в расположении парных узлов, а также выделено цветом подвижные части, чтобы облегчить работу оператору.

Конструкция стенда должна обеспечивать удобство работы и безопасность обслуживающего персонала. Первое требование к стенду – это его устойчивость. Редуктор заднего моста – достаточно тяжелая деталь, поэтому стенд снабжен надежной фиксацией, чтобы предотвратить опасность ее падения и нанесения ущерба обслуживающему персоналу.

Ось моста является ключевой частью редуктора, поэтому стенд должен обеспечивать ее безопасную фиксацию и возможность свободного доступа к ней. Для этого стенд может быть оснащен специальными креплениями и фиксирующими механизмами, которые позволяют надежно удерживать ось моста в нужном положении.

Еще одним важным требованием к стенду является удобство использования. Обслуживающий персонал должен иметь возможность комфортно работать с редуктором заднего моста, чтобы снизить риск ошибок и повысить эффективность обслуживания. Педаль стенда – это один из основных элементов управления стендом. Ее расположение и удобство использования продуманы таким образом, чтобы обслуживающий персонал мог легко и безопасно управлять стендом одной ногой, не отвлекаясь от основной работы. [28], [30].

Эргономика стенда для ремонта редуктора заднего моста – это важный аспект, который обеспечивает безопасность и эффективность работы обслуживающего персонала. Конструкция стенда соответствует требованиям по устойчивости и безопасности, обеспечивает надежную фиксацию оси моста и удобство использования педали стенда. Только такой стенд может гарантировать качественный ремонт редуктора заднего моста и удовлетворение потребностей автосервиса и клиентов с заботой о здоровье обслуживающего персонала.

3.3 Конструктивный расчет проектируемого стенда

3.3.1 Расчет привода

В процессе ремонта редукторов заднего моста автомобилей, одной из важных задач является правильный расчет привода для стенда. Расчет привода позволяет определить необходимую мощность и параметры приводного устройства, которые обеспечат эффективное и безопасное проведение работ.

Первым шагом в расчете привода для стенда является определение крутящего момента, необходимого для поворота и испытания редуктора заднего моста. Крутящий момент зависит от характеристик редуктора, таких как его размеры, передаточное число и требуемый уровень нагрузки. Также следует учесть возможность проведения испытаний при различных режимах работы редуктора.

Следующим шагом является определение веса редуктора заднего моста, для рассматриваемого случая редуктор заднего моста КамАЗа составляет 54 кг в соответствии с техническим паспортом изделия. Вес редуктора влияет на выбор и расчет приводного устройства, так как необходимо обеспечить достаточную мощность для подъема и удержания редуктора в вертикальном положении. При этом важно учесть возможность проведения работ безопасно и с минимальными усилиями со стороны обслуживающего персонала.

Согласно [18], [24] определить крутящий момент, необходимый для поворота редуктора можно зная массу редуктора и расстояние от центра тяжести до точки вращения:

$$M_{кр} = m_p \cdot l \cdot k, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (13)$$

где $m = 54 \text{ кг} = 540 \text{ Н}$ – вес редуктора,

$l = 100 \text{ мм} = 0,175 \text{ м}$ – плечо центра тяжести редуктора

$k = 0,9$ – КПД трения при вращении моста в подшипниках скольжения (сталь-сталь).

Тогда: $M_{кр} = 540 \cdot 0,175 \cdot 0,9 = 194,4, \text{ Н} \cdot \text{м}$

Ручной привод является наиболее распространенным вариантом привода для стенда ремонта редуктора заднего моста. В этом случае, привод осуществляется при помощи ручного механизма, который обеспечивает вращение редуктора. Ручной привод должен иметь достаточную мощность и надежность, чтобы обеспечить эффективное и безопасное проведение работ.

Для оптимального выбора привода используется промежуточный редуктор. Промежуточный редуктор позволяет изменять передаточное число и тем самым регулировать мощность привода в зависимости от требуемых условий работы. Это позволяет достичь оптимального соотношения между мощностью и размерами привода.

При подборе привода для стенда ремонта редуктора заднего моста необходимо учитывать усилие обслуживающего персонала. Привод должен быть удобным в использовании и не требовать излишних усилий при проведении работ. Также важно предусмотреть возможность регулировки мощности привода в зависимости от требований конкретной задачи.

Для определения промежуточного редуктора, «требуется определить усилие, необходимое для проворачивания редуктора. Согласно [24] усилие можно определить из выражения 15:

$$|F| \geq F = \frac{M_{кр}}{L_{он}} \quad (15)$$

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

$L_{он} = 175 \text{ мм} = 0,175 \text{ м}$ – плечо усилия оператора [см. СБ],

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

Тогда: $F = 148.8 \text{ Н}$.

Проверка условия: $150 \geq 148$.

Вывод: проверка условия минимального соответствия показала, что «усилия руки человека» [5] достаточно для проворота редуктора и необходимость в установке промежуточного редуктора отсутствует.

3.3.2 Прочностной расчет стенда ремонта редуктора

Прочностной расчет стенда ремонта редуктора заднего моста – ключевой этап в процессе обслуживания и восстановления данного элемента автомобиля. В данном разделе рассмотрены основные аспекты этого процесса, включая опасные сечения, эпюру напряжений, конструкцию вала, поворотную опору, действующие силы, нагрузку на вал, крутящий момент, построение эпюр, схему сил, эпюру изгибающих моментов, коэффициент удаленности крутящего момента от опоры, геометрические размеры вала и приведенный момент.

Прежде чем приступить к расчету прочности стенда ремонта редуктора заднего моста, необходимо провести анализ опасных сечений. Опасные сечения – это те участки конструкции, где возникают наибольшие напряжения. В данном случае, опасное сечение находится вблизи поворотной опоры вала. На этом участке возникает наибольшее изгибающее напряжение.

Для того чтобы определить эпюру напряжений в опасном сечении, необходимо учитывать действующие силы и нагрузку на вал. Действующие силы включают в себя крутящий момент, который передается от двигателя к заднему мосту через вал. Крутящий момент и его удаленность от опоры влияют на величину изгибающего момента в опасном сечении.

1. На рисунке 7 «представлено определение величин действующих сил

В частности: сила G – нагрузка на вал в зависимости от веса редуктора, которая численно равна: $G = 54$ кг

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:

$$M = M_T = 330,48 \text{ Н} \cdot \text{м (см. ранее)} \text{ [5]}$$

Построение эпюр напряжений является важным этапом расчета прочности стенда ремонта редуктора заднего моста. Схема сил позволяет определить направление и величину всех действующих сил, а эпюра

изгибающих моментов – распределение изгибающих моментов по длине вала. Эти графики помогают оценить напряжения в опасном сечении и принять меры для усиления конструкции, если это необходимо.

Важное значение имеют геометрические размеры вала – диаметр и длина. Они определяют сопротивление вала изгибу и кручению. Чем больше диаметр и длина вала, тем выше его прочность. При этом необходимо также учитывать приведенный момент – величину момента, приведенную к единице длины вала. Он позволяет сравнивать прочность валов различных размеров и форм.

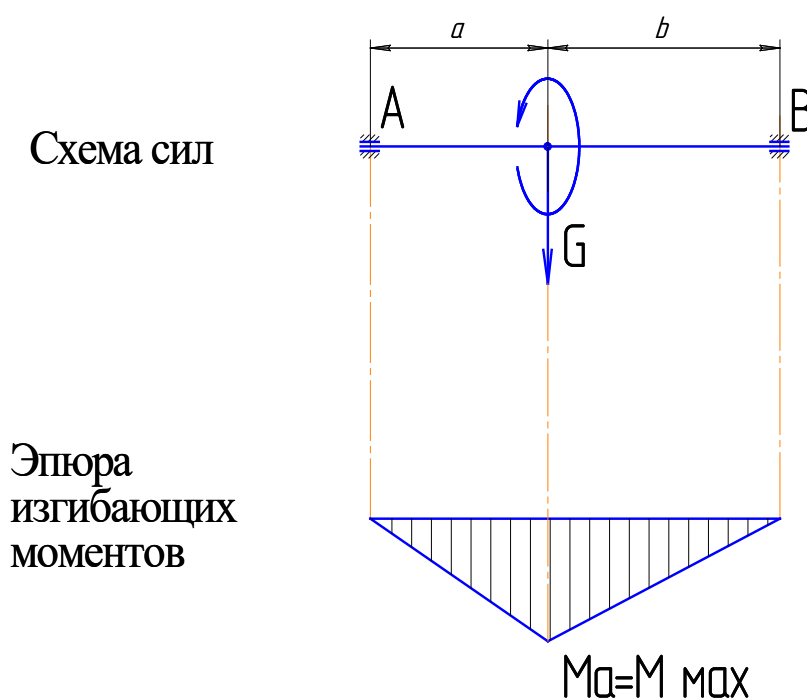


Рисунок 7 – Эпюра изгибающих моментов поворотного моста

«По построенным эпюрам находим величины изгибающих моментов. Изгибающий момент от силы тяжести груза G найдем по формуле [18]:

$$M_G = G \cdot a, \text{ кгм} \quad (16)$$

где $G = 54 \text{ кг}$

$a = \frac{676}{1000}$ – коэффициент удаленности крутящего момента от опоры (7, стр. 25)

Тогда: $M_G = 54 \cdot \frac{676}{1220} = 29,92 \text{ кгм}$. Далее можно определять геометрические размеры вала

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.

Требуется определить диаметры вала в месте перехода заводского моста в вал поворотной опоры.

Определение диаметра вала.

Диаметр вала в опасном сечении определяется по формуле [18], [24]:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{экр}}}{0,1[\sigma_{-1}]_u}} \quad (17)$$

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

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

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

$$M_{\text{экр}} = \sqrt{M_u^2 + 0,75 \cdot M_k^2} \quad (18)$$

где M_u – суммарный изгибающий момент в опасном сечении,

$$M_u = 29,92 \text{ кгм} = 299,2 \text{ кгсм} \quad (\text{см. пред.п.ПЗ})$$

M_k – крутящий момент, передаваемый валом,

$$M_k = 330,48 \text{ Н·м} = 3304,8 \text{ кгсм} \quad (\text{см.ранее})$$

$$\text{Тогда: } M_{\text{экр}} = \sqrt{2992^2 + 0,75 \cdot 3304,8^2} = 4140,45 \text{ кгсм.}$$

$$\text{В итоге: } d = 3 \sqrt{\frac{4140,45}{0,1 \cdot 300}} = 3,905 \text{ см.}$$

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 $d = 40 \text{ мм}$ » [5].

Далее представлен расчет устойчивости стоек каркаса стенда ремонта редуктора заднего моста.

Данный расчёт является важным этапом проектирования конструкции стенда, поскольку изгиб продольной оси, сила тяжести редуктора и поворотного моста влияют на устойчивость вертикальной стойки каркаса, а также на прогиб вала опоры поворотного стола.

Основным фактором, определяющим устойчивость стоек каркаса, является момент, возникающий в результате изгиба продольной оси. Этот момент обусловлен силой тяжести редуктора заднего моста, которая приложена к вертикальной стойке каркаса. Чтобы обеспечить устойчивость конструкции, необходимо учитывать схему сил вала опоры поворотного стола.

Устойчивость вала опоры зависит от его геометрических параметров, а также от условий эксплуатации стенда ремонта редуктора заднего моста. Для того чтобы вал был устойчивым, его длина и диаметр должны быть оптимально подобраны. Кроме того, необходимо учитывать прогиб вала, который может возникнуть под воздействием силы тяжести редуктора и момента изгиба продольной оси.

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

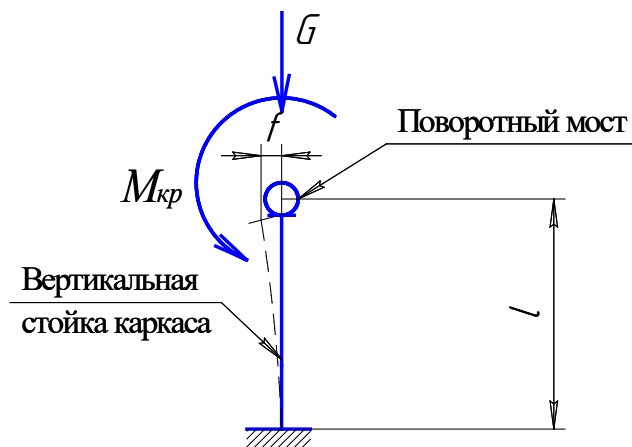


Рисунок 8 – Схема сил вала опоры поворотного стола

Одним из условий устойчивости стоек каркаса является отсутствие прогиба под действием силы тяжести и момента. Для проверки выполнения данного условия был проведён соответствующий расчет. Если деформация стоек каркаса незначительна, то можно говорить об их устойчивости. В противном случае необходимо принимать меры по усилению конструкции.

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

$$f < [f],$$

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,

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

как трубы прямоугольного сечения 60x40 стенка 3,0,

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

$b = 40$ мм = 0,04 м – наружная ширина сечения, принята конструктивно,

$a_1 = 54$ мм = 0,054 м – внутренняя длина сечения, принята конструктивно,

$b_1 = 34$ мм = 0,034 м – внутренняя ширина сечения, принята конструктивно.

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

В итоге: $f = \frac{29,92 \cdot 1,145^2}{2 \cdot 1,92 \cdot 10^5 \cdot 1,43 \cdot 10^{-7}} = 7,14 \cdot 10^{-4}$ м = 0,714 мм

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

стойки

Условие устойчивости принимает вид:

$$0,714 < 5,725.$$

Условие выполняется, следовательно, стойка является устойчивой» [5].

В ходе исследования был проведен расчет, который показал степень деформации стоек каркаса. Результаты расчета свидетельствуют о том, что при незначительной деформации можно говорить о достаточной устойчивости стоек. Однако в случае значительной деформации требуется принятие мер по усилению конструкции для обеспечения ее устойчивости и долговечности.

Таким образом, для обеспечения устойчивости стоек каркаса необходимо проводить расчеты на стадии проектирования, а также осуществлять контроль за состоянием конструкции в процессе эксплуатации. Это позволит своевременно выявлять возможные проблемы и принимать меры по их устранению. Только таким образом можно гарантировать безопасность и надежность всего сооружения.

В результате технологического, прочностного расчёта нагрузок, момента и устойчивости стенда были получены подтверждения устойчивости, прочности и усилий работы проектируемого стенда.

4 Технологический процесс разборки главной передачи заднего моста автомобиля КамАЗ-5320

4.1 Условия работы заднего моста и главной передачи

Автомобиль - это сложная техническая система, состоящая из множества компонентов, каждый из которых выполняет свою уникальную функцию. Одним из наиболее важных элементов автомобиля является задний мост и главная передача. Данные компоненты играют важную роль в передаче силы от двигателя к задним колесам и обеспечивают оптимальную работу трансмиссии автомобиля.

Ведущий мост, или задний мост, представляет собой конструкцию, которая объединяет задние колеса автомобиля и обеспечивает передачу крутящего момента от двигателя к дифференциалу. Он состоит из силовой балки, на которой установлены ведущие полуоси и ступицы ведущих колес. Силовая балка предназначена для поддержки веса автомобиля и передачи силы, создаваемой двигателем, на ведущие колеса.

Дифференциал - это устройство, которое разделяет крутящий момент от двигателя на ведущие колеса автомобиля. Он позволяет ведущим колесам вращаться с разной скоростью при повороте автомобиля, обеспечивая более плавное и устойчивое управление. Дифференциал состоит из нескольких шестерен, включая ведущую и ведомую шестерни, которые передают вращение от вала двигателя к ведущим полуосям.

Передаточное число трансмиссии - это соотношение между количеством зубьев на ведущей и ведомой шестернях, которое определяет соотношение между частотой вращения ведущих колес автомобиля и частотой вращения вала двигателя. Передаточное число трансмиссии может быть изменено в зависимости от требуемой скорости и усилия, передаваемых на задние колеса.

Одним из наиболее распространенных применений главной передачи является гипоидная главная передача. Гипоидная главная передача

представляет собой систему передачи, в которой оси ведущей и ведомой шестерен расположены не на одной линии, а под углом друг к другу. Это позволяет снизить уровень шума и трения при работе трансмиссии и обеспечить более эффективную передачу крутящего момента на задние колеса.

Балка заднего ведущего моста является основой для установки ведущих полуосей и ступиц ведущих колес. Она обеспечивает необходимую жесткость и прочность для передачи силы, создаваемой двигателем, на задние колеса автомобиля. Балка заднего ведущего моста обычно изготавливается из прочного металла и имеет специальную конструкцию, чтобы обеспечить оптимальную работу заднего моста автомобиля.

Устройство и принцип работы главной передачи и заднего моста автомобиля являются сложными и технически изощренными процессами. Они требуют точного согласования и взаимодействия различных компонентов, чтобы обеспечить оптимальную передачу силы и управляемость автомобиля. Каждый компонент выполняет свою уникальную функцию и важен для обеспечения надежной и безопасной работы автомобиля. [1], [4], [8], [11], [23], [26], [27]

Главная передача устанавливается в коробке передач и выполняет важную функцию - передачу крутящего момента от ведущего вала двигателя к ведомым шестерням. Ведомая шестерня соединяется с полуосевыми шестернями и передает момент к валам привода колес. Таким образом, главная передача играет роль связующего звена между двигателем и колесами.

Одной из особенностей главной передачи является связь полуосевых шестерен с ведомой шестерней главной передачи. Это позволяет эффективно передавать крутящий момент от двигателя к колесам, обеспечивая плавное и безопасное движение автомобиля.

Однако, иногда возникает необходимость в усилении передачи крутящего момента, особенно в случае использования автомобиля в сложных условиях или с большой нагрузкой. Для этого применяются двойные главные

передачи. Устройство и принцип работы двойной главной передачи заключаются в установке дополнительной пары ведущих и ведомых шестерен, что позволяет увеличить передаточное отношение и соответственно усилить передачу крутящего момента.

Двойные главные передачи обеспечивают более высокий крутящий момент на выходе, что полезно при движении в гору, перевозке грузов или тяжелых прицепов. Они также способствуют более плавному и комфортному разгону автомобиля.

Однако, стоит отметить, что двойные главные передачи требуют более сложной конструкции и большего пространства в коробке передач. Кроме того, они могут создавать дополнительные нагрузки на подшипники и требовать преднатяга подшипников для обеспечения правильной работы.

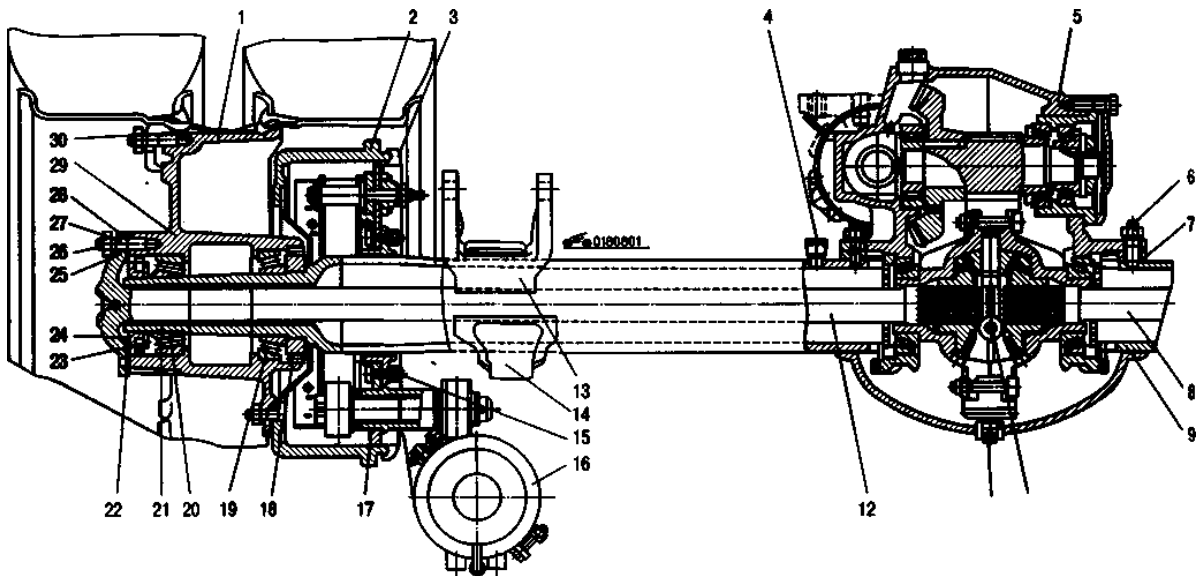
Кроме двойных главных передач, в некоторых автомобилях применяются также планетарные редукторы. Это механизмы, состоящие из нескольких зубчатых колес, которые позволяют изменить передаточное отношение и усилить крутящий момент. Планетарные редукторы находят применение в трансмиссиях с переменным передаточным отношением, таких как автоматические коробки передач. [2], [13], [25]

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. [12]

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» [5].

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 [12]:

«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» [5].

4.3 Наиболее характерные неисправности заднего моста

Задний мост является одной из наиболее важных составных частей автомобиля. Он отвечает за передачу крутящего момента на задние колеса и обеспечивает правильную работу подвески. Однако, с течением времени и эксплуатации автомобиля, задний мост может подвергаться различным неисправностям, которые могут оказать негативное влияние на его работу. В этой статье мы рассмотрим наиболее характерные неисправности заднего моста, а также способы их устранения.

Одной из наиболее распространенных проблем является повышенный шум заднего моста. Это может быть вызвано несколькими факторами, такими как регулировка зацепления шестерен главной передачи, боковой зазор в зацеплении шестерен, а также износ подшипников и шлицев полуоси. Часто это связано с неправильной эксплуатацией автомобиля или недостаточным обслуживанием заднего моста.

Регулировка зацепления шестерен главной передачи является важным аспектом правильной работы заднего моста. Если зацепление недостаточно жесткое или, наоборот, слишком сильное, это может привести к повышенному шуму. Для устранения этой проблемы необходимо провести регулировку зацепления с помощью специального инструмента.

Боковой зазор в зацеплении шестерен главной передачи также может являться причиной повышенного шума заднего моста. Если зазор слишком большой или, наоборот, слишком маленький, это может вызвать трение и, как следствие, повышенный шум. Для устранения этой проблемы необходимо

провести регулировку бокового зазора с помощью специальных инструментов.

Таблица 7 - Неисправности заднего моста [5], [12]

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» [5]

Износ подшипников и шлицев полуоси также может привести к повышенному шуму заднего моста. Подшипники могут изнашиваться из-за неправильной эксплуатации автомобиля или недостаточного обслуживания. Шлицы полуоси могут стать стертymi или поврежденными из-за интенсивной

нагрузки. Для устранения этой проблемы необходимо заменить изношенные подшипники и полуоси на новые.

Еще одной причиной повышенного шума заднего моста может быть нарушение регулировки подшипников. Если подшипники неправильно установлены или недостаточно затянуты, это может вызывать трение и, соответственно, шум. Для устранения этой проблемы необходимо провести регулировку подшипников с помощью специальных инструментов.

Наиболее характерные неисправности сведены в таблицу 7.

Также необходимо обратить внимание на возможную течь масла из заднего моста. Это может быть вызвано износом уплотнительных элементов или повреждением корпуса моста. Для устранения этой проблемы необходимо заменить изношенные или поврежденные уплотнительные элементы и провести ремонт корпуса.

4.4 Технологический процесс разборки главной передачи заднего моста автомобиля КамАЗ-5320

Процесс ремонта заднего моста автотранспортного средства производится в агрегатном отделении, после того как произведены работы по его демонтажу в зоне текущего ремонта.

«Технологическая карта представлена в таблице 8.

Таблица 8 - Технологическая карта

«Наименование и содержание работы»	Кол-во точек воз-вия	Место выполнения работы	Приборы и инструмент	Опер. время, мин	Технические требования
Установка редуктора					
Установить редуктор на стенд	1	Стенд для разборки-сборки редуктора	-	3,0	-
Завернуть гайки крепления редуктора на стенде	3	То же	Ключ на 19	3,0	-
Снятие дифференциала					
Вывернуть самоконтрящиеся болты крепления стопоров гаек подшипников дифференциала	4	То же	Ключ на 13	4,0	-
Снять стопоры	2	То же	-	2,0	-
Отогнуть стопорные пластины болтов крепления крышек подшипников дифференциала	2	То же	Молоток, зубило	2,0	-
Вывернуть болты крепления крышек подшипников дифференциала	2	То же	Ключ на 13	2,0	-
Снять крышки подшипников дифференциала	2	То же	-	2,0	-
Снять регулировочные гайки подшипников дифференциала	2	То же	-	1,0	-
Вынудить дифференциал заднего моста	1	То же	-	1,0	-
Снятие фланца заднего моста					
Расшплинтовать гайку крепления фланца	1	То же	Молоток, зубило, плоскогубцы	2,0	-
Отвернуть гайку крепления фланца заднего моста	1	То же	Торцевой ключ со сменной головкой на 22	2,0	-
Снять фланец заднего моста	1	То же	-	1,0	-
Снятие опорной шайбы					
Вывернуть болты крепления крышки стакана подшипников ведущей конической шестерни	2	То же	Торцевой ключ со сменной головкой на 13	3,0	-
Снять крышку	1	То же	-	1,0	-
Снять опорную шайбу	1	То же	-	1,0	-
Снятие первичного вала					
Вывернуть болты крепления крышки	2	То же	Торцевой ключ со сменной головкой на 13	3,0	-
Снять крышку	1	То же	-	1,0	-
Выпрессовать первичный вал в сборе с ведущей конической шестерней	1	То же	Съемник	2,0	-
Снятие ведомой конической шестерни					
Расстопорить гайку	1	То же	Молоток, зубило	2,0	-
Отвернуть гайку крепления опорной шайбы	1	То же	Торцевой ключ со сменной головкой на 22	2,0	-
Снять опорную шайбу	1	То же	-	1,0	-
Вынудить стакан подшипников в сборе с подшипником и наружной обоймой подшипника	1	То же	-	2,0	-
Снять регулировочные прокладки	1		-	1,0	-
Вынудить ведомую коническую шестерню	1	То же	-	1,0» [5]	-

В результате рассмотрения конструкции заднего моста автотранспортного средства, возможные поломки и неисправности данного узла, особенности конструкции, монтажа и демонтажа, была сформирована технологическая карта, представляющая собой последовательность выполнения основных видов работ по ремонту заднего моста автотранспортного средства. Данная карта позволяет без углубленных знаний со стороны обслуживающего персонала произвести монтаж, демонтаж, ремонт заднего моста автотранспортного средства, а также устранить часто встречающиеся неисправности главной передачи заднего моста.

5 Экономическая эффективность разрабатываемого объекта

5.1 Расчёт материальных затрат

Экономическая эффективность разрабатываемого стенда для ремонта заднего моста автомобиля является важным фактором при принятии решения о его использовании. Для оценки этой эффективности необходимо учесть ряд факторов, включая расчет материальных затрат, стоимость электроэнергии и другие операционные расходы.

В расчет материальных затрат на стенд входят наименование материалов, такие как дизельное топливо, обтирочные материалы, масло и смазочные материалы, комплект одежды для слесаря и прочие материалы, необходимые для работы. Стоимость этих материалов следует учитывать при определении экономической эффективности стенда.

Расчет затрат на электроэнергию является еще одним важным аспектом для оценки экономической эффективности стенда. Он включает в себя такие факторы, как электрическая мощность оборудования, коэффициент одновременной работы, коэффициент нагрузки оборудования по мощности, цена на электроэнергию и коэффициент загрузки электродвигателей по времени. Все эти факторы помогают определить затраты на электроэнергию и, соответственно, экономическую эффективность стенда.

Профессиональный подход к оценке экономической эффективности стенда подразумевает точный расчет затрат на материалы и электроэнергию. Это позволяет более точно оценить стоимость использования стенда в сравнении с другими методами ремонта заднего моста автомобиля.

Кроме того, профессиональный подход включает в себя анализ других факторов, влияющих на экономическую эффективность стенда, таких как время работы, квалификация персонала, качество выполняемых работ и др. Все эти факторы должны быть учтены при оценке экономической эффективности стенда, таблица 9.

Таблица 9 - Расчёт стоимости вспомогательных материалов

«Наименование материалов	Норма расхода,	Цена за ед, руб.	Сумма, руб
1	2	3	4
Дизельное топливо	265 л./год	31,2	8268
Обтирочные материалы	75 кг./год	56,7	4252,5
Масло	45 кг./год	288,4	12978
Смазка консистентная	35 кг./год	327,8	11473
Комплект одежды и обуви для слесаря по ТО и Р автомобилей (на 2-х человек)	2 шт./чел	9350	37400
Прочие материалы	-	-	40000
ИТОГО	114771,5» [5]		

«Расчет «затрат на электроэнергию производится исходя из мощности энергопотребителей по формуле [14], [29]:

$$C_{\text{э}} = \frac{M_{\text{в}} \cdot T_{\text{МАШ}} \cdot K_{\text{ОД}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{П}} \cdot C_{\text{э}}}{\eta}, \quad (18)$$

где $M_{\text{в}}$ – электрическая мощность оборудования, кВт

$T_{\text{МАШ}}$ – годовой эффективный фонд работы оборудования, для односменного режима работы принимаем $T_{\text{МАШ}} = 2000$ час.

$K_{\text{ОД}}$ – коэффициент одновременной работы оборудования, принимаем $K_{\text{ОД}} = 0,8$

$K_{\text{М}}$ – коэффициент загрузки оборудования по мощности, принимаем $K_{\text{М}} = 0,75$

$K_{\text{В}}$ – коэффициент загрузки электродвигателей повремени, принимаем $K_{\text{В}} = 0,5$

$K_{\text{П}}$ – коэффициент потерь электроэнергии в сети, принимаем $K_{\text{П}} = 1,04$

$C_{\text{э}}$ – цена на электроэнергию, принимаем $C_{\text{э}} = 2,42$ руб./кВт·час

η – средний КПД электродвигателей оборудования, принимаем $\eta = 0,8$
 Результаты расчетов сводим в таблицу 10» [5]

Таблица 10 - Затраты на электроэнергию

«Наименование потребителя	Кол-во.	Мощность M_y , кВт	Фонд работы $T_{МАШ}$, час.	Затраты, $C_э$, руб.
1	2	3	4	5
Пресс электрогидравлический	1	1,5	2000	2100
Станок сверлильный	1	1,5	2000	2100
Лабораторный сушильный шкаф	1	2,0	2000	2800
Пресс напольный гидравлический	1	4,5	2000	6300
Электроинструмент	1	12,0	2000	16800
Итого				30100» [5]

Расчет амортизации площади агрегатно-моторного отделения является важным шагом в планировании и управлении финансами предприятия. Годовая норма амортизационных отчислений определяется на основе стоимости активов, используемых в отделении, и срока их эксплуатации.

Помещение агрегатного отделения является основной составляющей активов, подлежащих амортизации. Расчет годовой нормы амортизационных отчислений для помещения основывается на его стоимости, сроке службы и методе амортизации, выбранном предприятием. Пресс электрогидравлический, кантователи, станок сверлильный, лабораторный сушильный шкаф, электроинструмент и производственная мебель также включаются в список активов, подлежащих амортизации. Для каждого из этих активов необходимо определить их стоимость, срок службы и метод амортизации. Стандартные методы амортизации включают прямолинейную амортизацию, метод суммы цифр и метод пропорционального распределения. Выбор метода зависит от особенностей использования активов и предпочтений предприятия. После определения годовой нормы

амортизационных отчислений для каждого актива, они суммируются, чтобы получить общую годовую норму амортизации площади агрегатно-моторного отделения. Расчет амортизации площади агрегатно-моторного отделения позволяет предприятию планировать свои финансовые ресурсы и определить стоимость использования активов на протяжении их срока службы. Это также помогает в оценке эффективности использования активов и принятии решений о замене устаревших активов.

Расчет амортизации площади агрегатно-моторного отделения производится по формуле [14], [29]:

$$A_{ПЛ} = F_{пл} \cdot Ц_{ПЛ} \cdot H_{аПЛ} \quad (19)$$

$$A_{ПЛ} = 45,6 \cdot 4000 \cdot 2,5 / 100 = 4560 \text{ руб.}$$

Расчет амортизации оборудования ведется по формуле:

$$A_{ОБ} = Ц_{ОБ} \cdot H_{аОБ} \quad (20)$$

где $H_{аОБ}$ - годовая норма амортизационных отчислений, %, принимается по «Единым нормам амортизационных отчислений».

Результаты расчётов сведены в таблицу 11

Таблица 11 - Расчёт затрат на амортизацию

«Наименование»	Кол-во, шт.	Цена, руб. за ед.	Норма амортизационных отчислений, %	Амортизационные отчисления, руб.
1	2	3	4	5
Помещение агрегатного отделения	45,6	4000	2,5	4560
Пресс электрогидравлический	1	15800	14,3	2259,4
Кантователи	1	76000	11	8360
Станок сверлильный	1	13400	14,3	1916,2
Лабораторный сушильный шкаф	1	24500	14,3	3503,5
Электроинструмент	-	70000	20	14000
Производственная мебель	-	50000	11	5500
Итого		-	-	40099,1» [5]

5.2 Определение затрат на оплату труда

«Определение затрат на оплату труда играет важную роль в финансовом планировании и управлении предприятием. основная заработная плата работников является основным составляющим фонда оплаты труда и рассчитывается на основе часовой тарифной ставки рабочего и годового фонда рабочего времени. Часовая тарифная ставка рабочего определяется на основе его квалификации и разряда. разряд рабочего позволяет определить его уровень квалификации и определить соответствующую часовую тарифную ставку. Чем выше разряд рабочего, тем выше будет его часовая тарифная ставка.» [5]

Годовой фонд рабочего времени представляет собой количество часов, которое работник должен отработать за год. он рассчитывается исходя из количества рабочих дней в году, рабочего времени в день и учетом выходных и праздничных дней. Слесари, занимающиеся текущим ремонтом, обычно имеют определенный разряд и часовую тарифную ставку. Их основная заработная плата будет рассчитываться на основе этих показателей.

Коэффициент премирования работников также оказывает влияние на затраты на оплату труда. Этот коэффициент может быть различным для разных категорий работников и зависит от их результативности и выполнения поставленных задач. Затраты на оплату труда являются важной статьёй расходов для предприятия. Они включают в себя не только основную заработную плату, но и дополнительные выплаты, такие как премии, надбавки, компенсации и другие социальные пакеты.

В целом, определение затрат на оплату труда требует учета основной заработной платы, часовой тарифной ставки, годового фонда рабочего времени, разряда работника и коэффициента премирования. это позволяет предприятию учесть все аспекты оплаты труда и своевременно планировать и контролировать расходы на эту статью. Оптимальное использование ресурсов

и эффективное управление затратами на оплату труда являются важными задачами для предприятия и способствуют его устойчивому развитию и успеху.

Основная заработная плата работников определяется по формуле [14], [26]:

$$Z_{\text{пл}} = C_{\text{ч}} \cdot T_{\text{шт}} \cdot K_{\text{пр}} \quad (21)$$

где $C_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка рабочего, руб./час.

$T_{\text{шт}}$ – годовой фонд рабочего времени, для слесарей по ТО и Р автомобилей принимаем $T_{\text{маш}} = 1840$ час.

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент премирования работников, принимаем $K_{\text{пр}} = 1,15$

Расчёт заработной платы сведён в таблицу 12.

Таблица 12 - Расчет затрат на оплату труда

Кол иче ств о	Основные производственные рабочие	Разря д	Часовая тарифна я ставка	Тарифна я зарплата	Дополнит . зарплата	Затрат ы на оплату труда
2	Слесарь по ТО и Р автомобилей	5	135	496800	74530	571320

5.3 Прочие расходы

Отчисления на социальные нужды определяются по формуле [14], [29]:

$$E_{\text{сн}} = Z_{\text{плосн}} \cdot K_{\text{с}} / 100 \quad (22)$$

где $K_{\text{с}} = 30$ % - процентная ставка установленная законодательно.

$$E_{\text{сн}} = 571320 \cdot 30 / 100 = 171396 \text{ руб.}$$

Общие накладные расходы определяются по формуле:

$$H_{\text{н}} = Z_{\text{плосн}} \cdot K_{\text{н}} \quad (23)$$

где $K_H = 0,5$ – коэффициент накладных расходов.

$$H_H = 571320 \cdot 0,5 = 285660 \text{ руб.}$$

Таблица 13 - Смета затрат по агрегатно-моторному отделению

Элементы затрат	Сумма, руб.
Стоимость вспомогательных материалов	114771,5
Затраты на электроэнергию	30100
Амортизационные отчисления на реновацию оборудования	40099,1
Затраты на оплату труда	571320
Прочие расходы	457056
Итого по агрегатно-моторному отделению	1213346,6

5.4 Расчёт себестоимости одного нормо-часа работ

Стоимость одного нормо-часа работы в агрегатном отделении является важным показателем для эффективного управления производством. Для расчета этой стоимости необходимо учитывать общие годовые затраты по отделению и годовой объем работ. Общие годовые затраты по отделению включают в себя различные составляющие, такие как зарплата сотрудников, аренда помещений, стоимость оборудования, расходы на содержание и ремонт техники, затраты на энергию и материалы.

Годовой объем работ в отделении определяется объемом выпуска продукции или оказываемых услуг. Чем больше работ выполняется за год, тем меньше стоимость одного нормо-часа. Для расчета стоимости одного нормо-часа необходимо разделить общие годовые затраты по отделению на годовой объем работ. Полученное значение позволит определить стоимость одного нормо-часа работы.

Кроме того, для более точного расчета стоимости можно учесть такие факторы, как количество сотрудников, их квалификация и опыт работы. Например, если в отделении работают высококвалифицированные

специалисты, то стоимость нормо-часа может быть выше, чем при наличии менее опытных сотрудников.

Также стоит учитывать эффективность работы отделения. Если процессы организованы оптимально, то стоимость нормо-часа может быть снижена благодаря экономии времени и ресурсов.

В итоге, расчет стоимости одного нормо-часа работы в агрегатном отделении является важным инструментом для определения конкурентоспособности предприятия. Правильный расчет позволяет установить оптимальные цены на продукцию или услуги, обеспечивает контроль над затратами и позволяет принимать обоснованные решения по улучшению работы отделения.

Стоимость одного нормо-часа в отделении составляет [14], [29]:

$$C_{нч} = \frac{Z_{общ}}{T_{отд}} \quad (24)$$

где $Z_{общ}$ – общие годовые затраты по отделению;

$T_{отд}$ – годовой объем работ в отделении принимаем

$T_{отд} = 5871$ чел. – час.

$$C_{нч} = \frac{1213346,6}{5871} = 206,7 \text{ руб.}$$

В итоге, экономическая эффективность разрабатываемого стенда для ремонта заднего моста автомобиля зависит от точного расчета материальных затрат, затрат на электроэнергию и других операционных расходов. Профессиональный подход в оценке экономической эффективности позволяет принять взвешенное решение о использовании стенда, основанное на учете всех факторов, влияющих на его эффективность.

Заключение

В процессе разработки плана для грузового автотранспортного предприятия с парком в 150 автомобилей КамАЗа-5320, были проведены углубленные аналитические исследования для определения оптимальных параметров, таких как необходимое количество рабочих, размеры различных отделений и требования к вспомогательным зонам.

Результатом стала разработанная объемно-пространственная концепция, включающая в себя моторный и агрегатный цеха, а также технические задания и спецификации для конструирования специализированного ремонтного стенда.

Был проведен экономический расчет, включающий в себя расчет затрат на заработную плату рабочего, а также расчет энергозатрат. Это позволило определить финансовые ресурсы, необходимые для функционирования грузового автотранспортного предприятия.

Было представлено описание разрабатываемой конструкции ремонтного стенда, основывающееся на конструкторских расчетах, которые учитывают требования, предъявляемые к данному устройству. При проектировании ремонтного стенда учитывались его габариты, особенности монтажа и демонтажа автомобилей, а также возможность проведения технического обслуживания и ремонта.

Таким образом, в результате проектирования грузового автотранспортного предприятия на 150 автомобилей КамАЗ-5320 включает в себя ряд технических и экономических расчетов, а также создание объемно-планировочного решения и разработку конструкции ремонтного стенда. Все это позволяет обеспечить эффективное функционирование предприятия и качественное обслуживание автотранспортного парка.

Список используемых источников

- 1 Автомобили КаМАЗ типа бх4: руководство по эксплуатации 5320-3902004 РЭ и сервисная книжка [Текст]/ АО КаМАЗ. - Москва : Машиностроение, 1991. - 431 с. : ил.
- 2 Автомобили КамАЗ : эксплуатация и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ-5320, КамАЗ-53212, КамАЗ-5410, КамАЗ-54112, КамАЗ-5511 [Текст]/ сост. Р. А. Мартынова [и др.] ; под общ. ред. Л. Р. Пергамента. - Москва : Недра, 1981. - 424 с. : ил.
- 3 Автомобильный рынок России - 2009 = Russian Car Market-2009 : Статистика и аналитика : производство, продажи, парк : [информ.-аналитическое изд.] [Текст]/ аналит. агентство "Автостат" ; [авт. коллектив С. Целиков и др.]. - Москва : Семь верст, 2009. - 211 с. - Прил.: с. 193-209. - 25000-00.
- 4 Автомобильный справочник [Текст] / 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 Берхеев, Р.Р. Разработка стенда для ремонта редуктора заднего моста для АТП на 150 автомобилей КАМАЗ [Текст] / Тольятти : ТГУ, 2016. – 64 с.
- 6 Болбас, М.М. Проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] / 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 [Текст]/ 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[Текст] / 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. [Текст] - 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») [Текст] / 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 [Текст]/ Н. И. Живоглядов. - Тольятти : ТГУ, 2002. - 145 с. : ил.

12 Каталог деталей и сборочных единиц автомобилей КаМАЗ-4310 и КаМАЗ-43105. [Текст] - Москва : Машиностроение, 1994. - 414 с. : ил.

13 Каталог деталей и сборочных единиц автомобиля-самосвала КамаЗ-5320. [Текст] - Набережные Челны: КамаЗ, 2009. - 322 с.

14 Краткий автомобильный справочник. Т. 2. Грузовые автомобили [Текст] / 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») [Текст] - Тольятти: ТГУ, 2011.-25 с.

16 Масуев, М.А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] / 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.

[Текст] - Москва : НЦ ЭНАС, 2004. - 164 с. - Прил.: с. 139-160. - ISBN 5-93196-373-1 : 116-18.

18 Оборудование для ремонта автомобилей: Справочник [Текст]/ 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. [Текст]/ Под ред. П.И. Усачева.- 3-е изд., исправл.- М.: Машиностроение, 1988.

20 Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта : учеб. пособие для вузов [Текст]/ 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 [Текст] / 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. [Текст] / Ю. П. Петин, Н. С. Соломатин ; Метод. указания. - М. : Тольятти, ГолПИ, 1993. – 62 с.;

23 Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста : учеб.-метод. пособие [Текст]/ 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. [Текст] - Москва : РусьАвтокнига, 2001. - 286 с.

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

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

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

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

29 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.

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

Приложение А
Спецификация

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			23.РБ.ПЭА.61.00.000 СБ	Сборочный чертеж	1	
<i>Сборочные единицы</i>						
		1	23.РБ.ПЭА.061.61.01.000	Задний мост с доработкой	1	
		2	23.РБ.ПЭА.061.61.02.000	Рама станда	1	
		3	23.РБ.ПЭА.061.61.03.000	Сливной поддон	1	
		4	23.РБ.ПЭА.061.61.04.000	Диск в сборе	1	
		5	23.РБ.ПЭА.061.61.05.000	Корпус опоры	1	
		6	23.РБ.ПЭА.061.61.06.000	Рукоять тормоза в сборе	1	
<i>Детали</i>						
		8	23.РБ.ПЭА.061.61.00.008	Ось	1	
		9	23.РБ.ПЭА.061.61.00.009	Штак	1	
		10	23.РБ.ПЭА.061.61.00.010	Ось	1	
		11	23.РБ.ПЭА.061.61.00.011	Кольцо	1	
		12	23.РБ.ПЭА.061.61.00.012	Вал	1	
		13	23.РБ.ПЭА.061.61.00.013	Вал	1	
		14	23.РБ.ПЭА.061.61.00.014	Кольцо	1	
		15	23.РБ.ПЭА.061.61.00.015	Щека	2	
<i>Стандартные изделия</i>						
		16		Кольцо запорное 12 МН 470-61	1	
23.РБ.ПЭА.061.61.00.000 СБ						
Изм/Лист		№ докум.	Подп.	Дата		
Разработ		Сабинаев А.А.			Лист	Листов
Проб.		Еглишкин В.Е.			1	2
Н.контр.		Еглишкин В.Е.				
Утв.		Бобровский А.В.				
Проектирование конструктора для разборочно-сборочных работ редукторов ведущих мостов автомобилей КАМАЗ						
Сборочный чертеж						
Копировал					Формат А4	

