

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, специальности)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка технологии ремонта ведущих мостов автомобилей
KAMAZ

Обучающийся

Е.Ю. Липатов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Г. Доронкин

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

Тольятти 2025

Аннотация

В данной выпускной квалификационной работе произведена разработка технологии ремонта ведущих мостов грузовых автомобилей КАМАЗ. В конструкторской части проведен расчет стенда разборки-сборки редуктора заднего моста. Проведены исследования прототипов стенда, являющиеся составной частью проекта. Разработаны технологические карты снятия ведущего моста, снятия редуктора и разборки редуктора заднего моста автомобиля КАМАЗ.

Проект оформлен в виде пояснительной записки в 59 страниц, включающей 4 таблицы, 20 рисунков, и графической части из 6 листов.

Содержание

Введение.....	4
Раздел 1 Устройство и неисправности мостов КАМАЗ.....	6
1.1 Разновидности мостов автомобилей КАМАЗ.....	6
1.2 Обзор конструкции мостов автомобилей КАМАЗ.....	13
1.3 Возможные неисправности мостов автомобилей КАМАЗ.....	17
Раздел 2 Технология ремонта мостов КАМАЗ.....	19
2.1 Замена мостов КАМАЗ.....	19
2.2 Замена редукторов КАМАЗ.....	24
2.3 Ремонт редукторов КАМАЗ.....	30
Раздел 3 Организация ремонта мостов КАМАЗ.....	36
3.1 Планировка участка ремонта мостов КАМАЗ.....	36
3.2 Расстановка оборудования для ремонта мостов КАМАЗ.....	40
3.3 Стенд-кантователь редуктора КАМАЗ.....	44
Заключение.....	49
Список используемых источников.....	51

Введение

В данном проекте производится разработка технологии ремонта ведущих мостов автомобилей КАМАЗ.

Транспортной отрасли в целом, и автомобильному транспорту в частности, в настоящее время уделяется особое внимание со стороны руководства РФ. Так, в «Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р большое внимание уделено грузовым перевозкам. Очень важны современные достижения в области науки и техники, что отражено в Национальных проектах технологического лидерства – проект «Транспортная мобильность».

В Указе № 529 от 18 июня 2024 г. по Приоритетным направлениям научно-технологического развития в пункте 5 указаны «Интеллектуальные транспортные и телекоммуникационные системы, включая автономные транспортные средства», в Перечне критических технологий – пункт 14 «Транспортные технологии для различных сфер применения (море, земля, воздух), в том числе беспилотные и автономные системы».

Приоритеты и перспективы научно-технологического развития содержатся в Указе № 145 от 28.02.2024 г., причем в пункте 21е выделяется «повышение уровня связанности территории Российской Федерации путем создания интеллектуальных транспортных, энергетических и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики».

Все это доказывает актуальность выбранной темы.

Для того, чтобы разработать технологию ремонта ведущих мостов конкретных автомобилей, следует проанализировать устройство агрегатов,

особенности работы и возможные неисправности. Затем описать технологический процесс, разработать технологические карты на ремонт основных узлов, выбрать оборудование и инструмент. В заключительной части нужно рассмотреть вопросы организации ремонта.

Эти соображения определили структуру проекта и последовательность выполнения работ:

- в первом разделе обзор конструкции ведущих мостов автомобилей KAMAZ.

- во втором разделе разработка технологии ремонта ведущих мостов KAMAZ.

- в третьем разделе вопросы организации ремонта ведущих мостов KAMAZ.

Раздел 1 Устройство и неисправности мостов КАМАЗ

1.1 Разновидности мостов автомобилей КАМАЗ

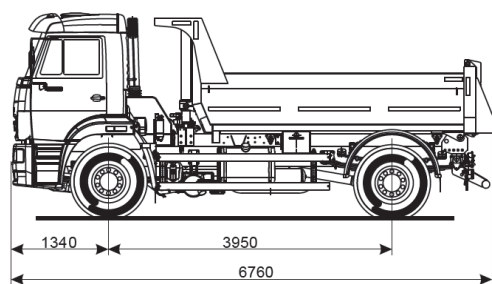
В первом разделе рассмотрим устройство конструкции и возможные неисправности мостов автомобилей КАМАЗ. Для этого надо разобраться, какие ведущие мосты устанавливаются на автомобили КАМАЗ.

Обоснование выбора в качестве примера именно ведущих мостов КАМАЗ заключается в следующем. В нашей стране КАМАЗ наиболее массовая марка грузовых автомобилей, при этом в конструкции применены традиционные и современные технические решения. На отечественных грузовых автомобилях ГАЗ и УРАЛ устанавливаются мосты аналогичного устройства. Похожие решения применяются на автомобилях МАЗ, на китайских и других зарубежных автомобилях.

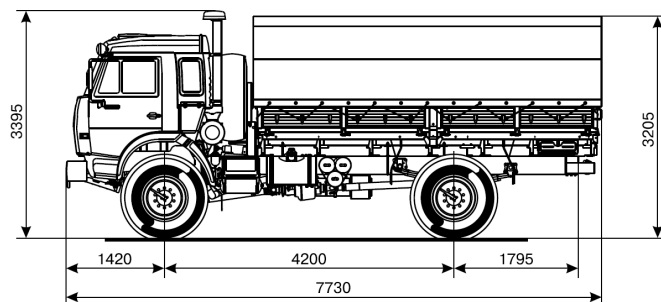
Первоначально на заводе, построенном в Набережных Челнах, выпускались грузовые автомобили моделей 5320 (универсальная грузовая платформа), 5410 (седельный тягач), 5510 (самосвал) и 4310 (полноприводный автомобиль). В настоящее время номенклатура моделей и модификаций автомобилей КАМАЗ значительно увеличилась.

Камский автомобильный завод выпускает грузовые автомобили больше 47 лет. В настоящее время в эксплуатации находятся 2-х, 3-х и 4-хосные автомобили (рисунок 1). Часть автомобилей являются полноприводными, с колесными формулами 4х4, 6х6 и даже 8х8. В этом случае передний мост не только обеспечивает движение, но и дает возможность колесам поворачиваться для изменения направления движения.

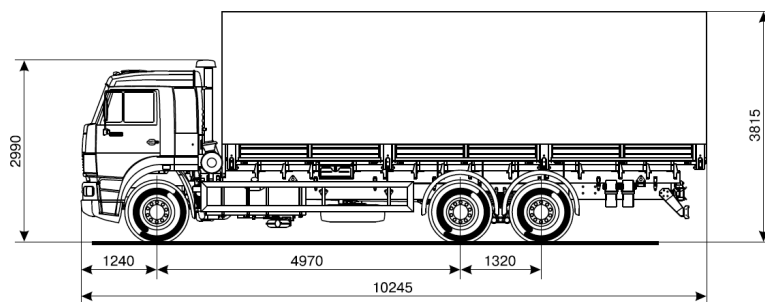
Рассмотрим общие принципы конструирования ведущих мостов.



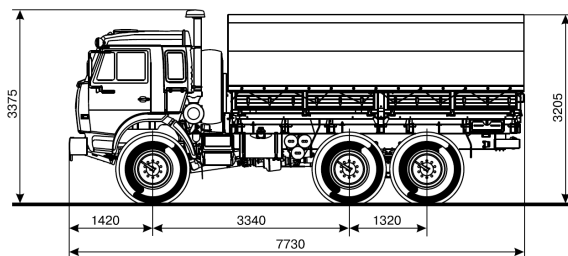
а)



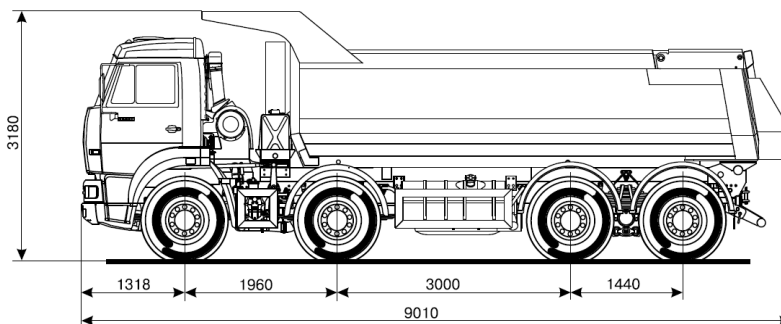
б)



в)



г)



д)

Рисунок 1 – Автомобили КАМАЗ с различными колесными формулами:
а) 4x2; б) 4x4; в) 6x4; г) 6x6; д) 8x4;

«Мост представляет собой металлическую балку с установленными на ней колесами и служит для поддержания несущей системы автомобиля (кузова или рамы). В процессе движения автомобиля они воспринимают вертикальные, продольные и поперечные усилия. Классификация мостов по их расположению на автомобиле и типу колес приведена на рисунке 2» [21].

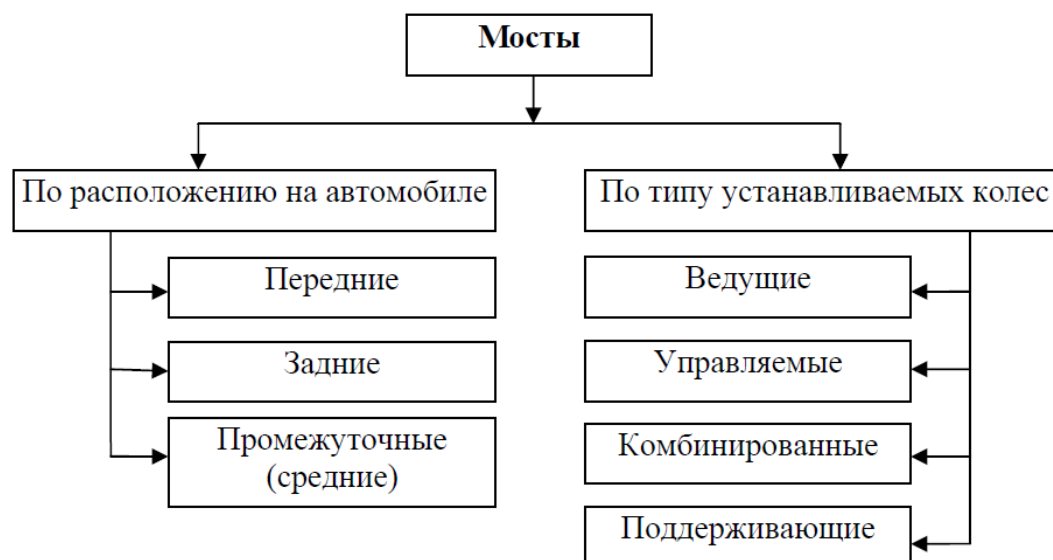
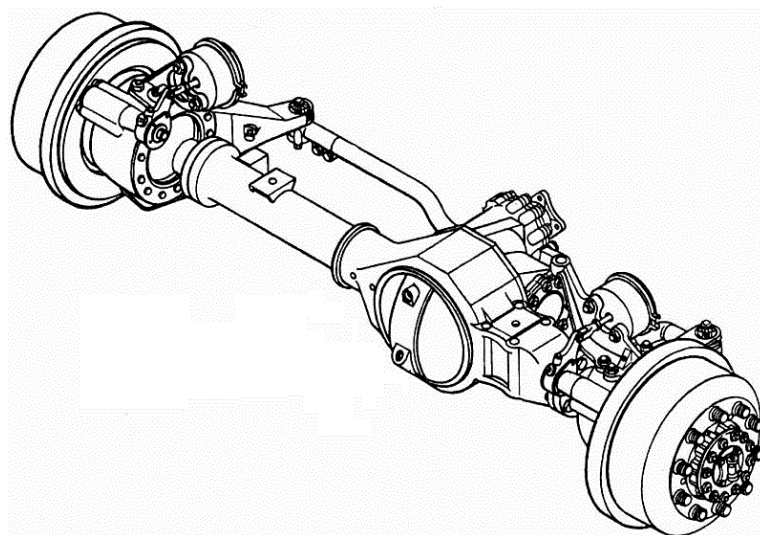


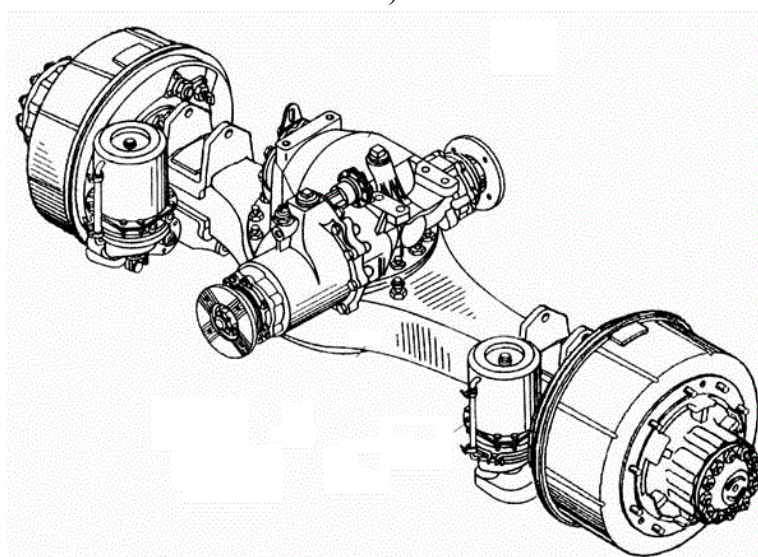
Рисунок 2 – Типы и классификация мостов автомобиля

«Ведущий мост соединен с ведущими колесами автомобиля. В зависимости от расположения ведущих колес ведущими могут быть только задний мост; только передний; средний и задний мосты; все мосты (на полноприводном автомобиле)» [21].

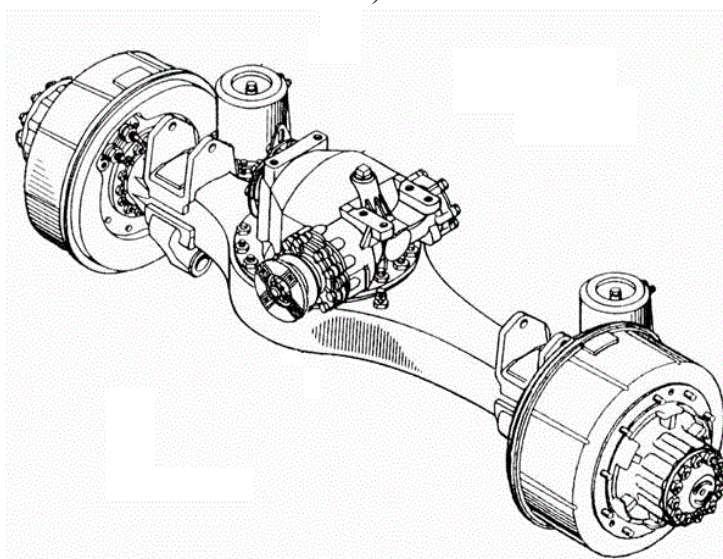
«На автомобилях с колесной формулой 6х4 устанавливаются два ведущих моста (рисунок 3 б и в) — промежуточный и задний аналогичной конструкции. Различие заключается в установке в главной передаче промежуточного моста блокируемого межосевого дифференциала и отдельных оригинальных деталей, сопрягаемых с ним» [2].



а)



б)



в)

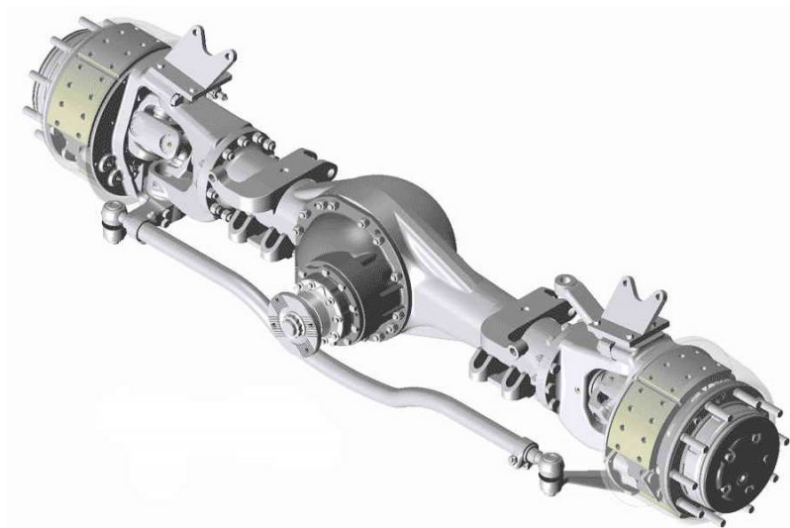
Рисунок 3 – Ведущие мосты КАМАЗ:
а) передний; б) средний; в) задний.

Следует отметить следующие основные особенности ведущих мостов КАМАЗ отечественного производства. Двухступенчатая главная передача. Передаточные числа главной передачи 4,98; 5,43; 5,94; 6,53; 7,22; их выбирают в зависимости от назначения автомобиля и условий эксплуатации. На всех мостах установлен конический, симметричный межколесный дифференциал. Полуоси разгруженные. На среднем мосту устанавливается межосевой дифференциал (МОД) – конический, симметричный, блокируемый. Механизм блокировки МОД мембранного типа, управление механизмом блокировки дистанционное, пневматическим краном.

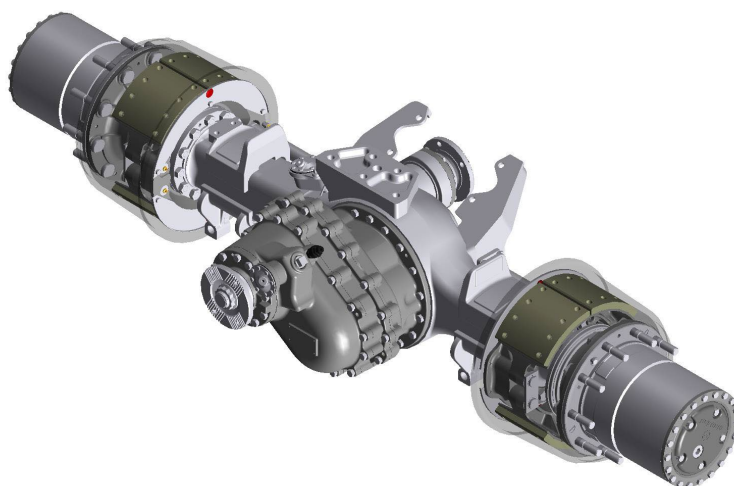
До 2022 года на части автомобилей КАМАЗ устанавливались мосты зарубежного производства болгарской фирмы MADARA. Их особенность – применение разнесенной главной передачи. В центральном редукторе находится коническая пара шестерен, а цилиндрические шестерни в бортовых редукторах планетарного типа. Внешний вид ведущих мостов автомобилей КАМАЗ с разнесенными главными передачами показан на рисунке 4.

Есть определенные преимущества с точки зрения ремонта. При неисправности планетарной передачи снимать мост с автомобиля не надо, достаточно вывесить мост.

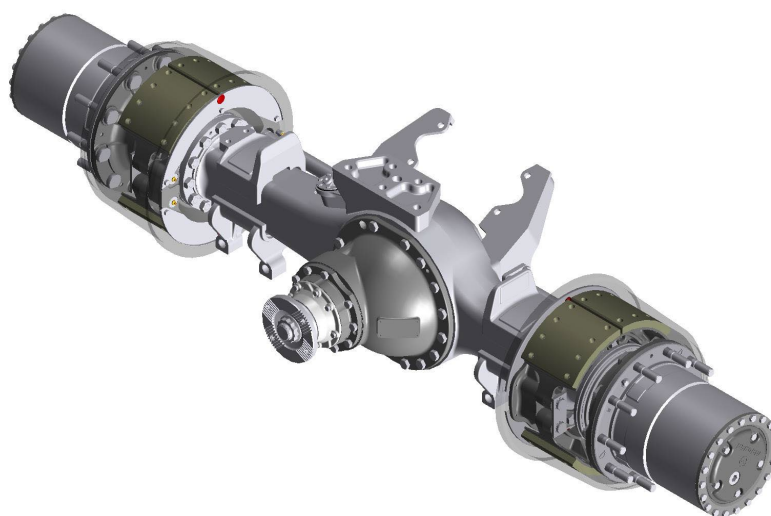
В настоящее время такие мосты не поставляются, поэтому для нашего проекта будем рассматривать только отечественные ведущие мосты производства КАМАЗ.



а)



б)



в)

Рисунок 4 – Ведущие мосты КАМАЗ с бортовыми редукторами:
а) передний; б) средний; в) задний.

«Главные передачи промежуточного и заднего мостов — двухступенчатые. Первая ступень состоит из пары конических зубчатых колес с круговыми зубьями, вторая — из пары цилиндрических косозубых зубчатых колес. Изменение передаточного числа главной передачи достигается подбором чисел зубьев пары цилиндрических зубчатых колес (таблица 1). Конические шестерни промежуточного и заднего мостов отличаются размерами хвостовиков. Зубчатые венцы шестерен одинаковы. Коническая шестерня главной передачи заднего моста установлена на шлицах ведущего вала, а колесо — на валу цилиндрической шестерни, выполненной за одно целое с валом. Венец цилиндрического колеса болтами прикреплен к чашкам межколесного дифференциала, который в сборе с коническими роликовыми подшипниками установлен в гнездах картера редуктора» [2].

Таблица 1 – Передаточные числа центральной главной передачи КАМАЗ

Число зубьев ведомой/ведущей шестерен		Общее передаточное число редуктора
Коническая передача	Цилиндрическая передача	
26/15	50/12	7,22
26/15	49/13	6,53
26/15	48/14	5,94
26/15	47/15	5,43
26/15	46/16	4,98

«Крутящий момент между ведущими мостами распределяется симметричным межосевым дифференциалом, установленным в главной передаче промежуточного моста в отдельном картере. Межосевой дифференциал состоит из передней и задней чашек, внутри которых установлены конические зубчатые колеса привода промежуточного и заднего мостов.

Для повышения проходимости по бездорожью и улучшения тяговых качеств автомобиля на скользких дорогах предусмотрен механизм

блокировки, который состоит из зубчатых муфт, штока с вилкой, мембранной камеры и крана управления» [2].

1.2 Обзор конструкции мостов автомобилей KAMAZ

Для того, чтобы знать технологию ремонта, разборки и сборки ведущих мостов, надо изучить их устройство.

Существуют следующие разновидности ведущих мостов автомобилей KAMAZ:

- по расположению (передний, средний, задний);
- по передаточному числу главной передачи (таблица 1);
- по наличию межосевого дифференциала у среднего моста (есть/нет);
- по наличию блокировки межколесного дифференциала (есть/нет);
- по наличию подкачки шин (есть/нет);
- по наличию датчиков скорости для АБС (есть/нет).

«Ведущий мост представляет собой пустотелую балку с установленными на подшипниках ступицами колес. Внутри балки моста расположены главная передача, дифференциал и полуоси. Типы ведущих мостов, применяемых на автомобилях, приведены на рисунке 5» [21].

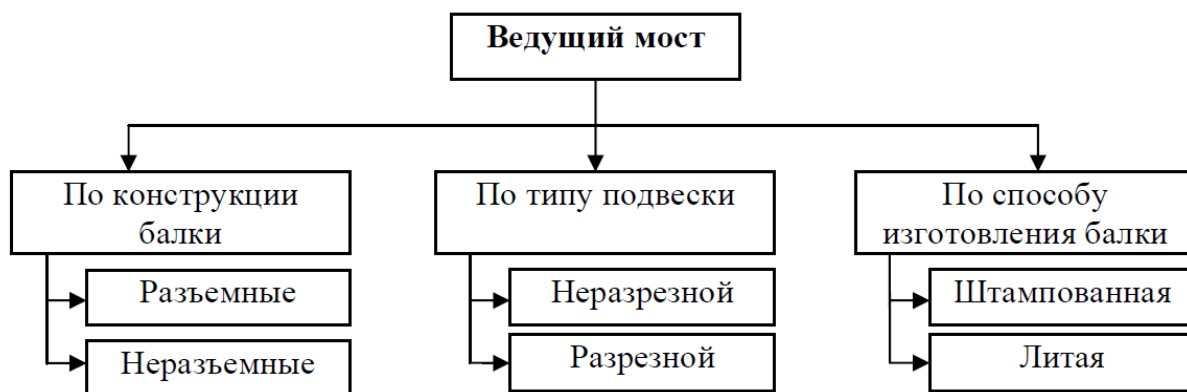


Рисунок 5 – Типы балок ведущего моста

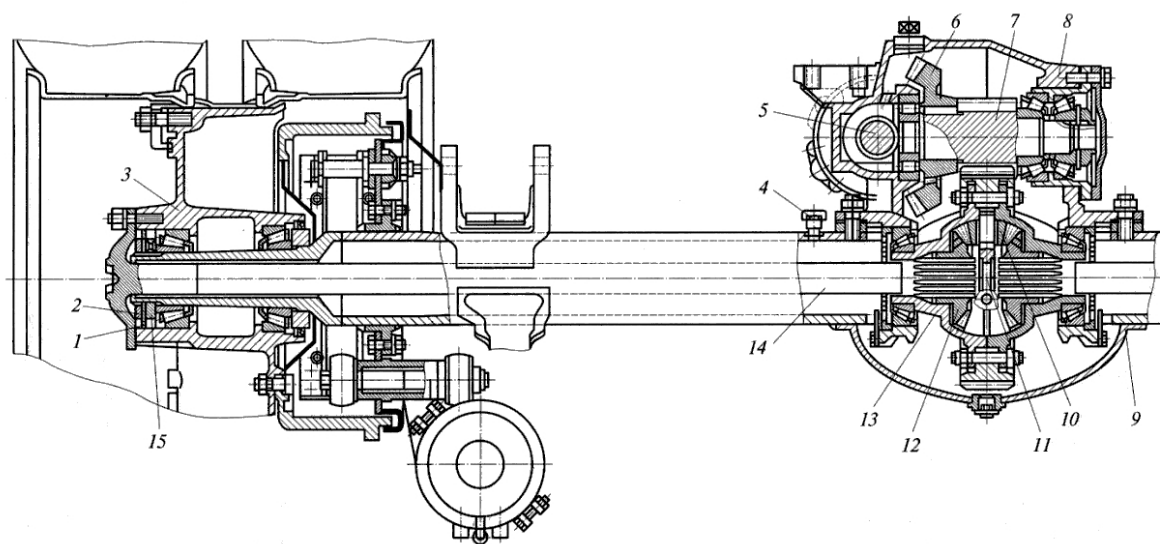


Рисунок 6 –Задний ведущий мост автомобиля КАМАЗ:

1 – шайба; 2 – контргайка; 3 – ступица; 4 – сапун; 5 – ведущий вал; 6, 7, 12 – шестерни; 8 – картер главной передачи; 9 – балка; 10 – сателлит; 11 – крестовина; 13 – корпус дифференциала; 14 – полуось; 15 – гайка

«На рисунке 6 приведена конструкция заднего ведущего моста грузового автомобиля с неразрезной балкой, имеющего стальную сварную балку 9 с приваренным к ней фланцем для крепления картера главной передачи и дифференциала 8. Главная передача центральная двойная, состоящая из конической пары со спиральными зубьями и пары цилиндрических шестерен с косыми зубьями. Дифференциал конический, симметричный, малого трения, четырехсателлитный. Внутри корпуса 13 находится крестовина 11 с четырьмя сателлитами 10, две полуосевые шестерни 12, установленные на шлицах полуосей 14. Полуоси 14 фланцевые разгруженные, соединенные фланцами со ступицами 3, которые, в свою очередь, установлены на двух конических подшипниках, закрепленных гайкой 15, замковой шайбой 1 и контргайкой 2» [21].

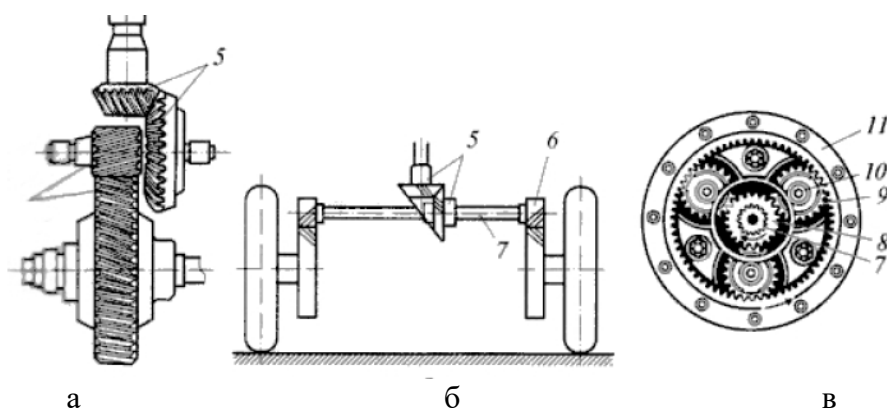


Рисунок 7 – Схемы двойных главных передач:
а) центральная; б) с бортовыми редукторами; в) планетарный бортовой редуктор.

«В центральной двойной главной передаче (рисунок 7 а) коническая зубчатая пара 5 и цилиндрическая пара 6 размещены в картере ведущего моста, и от них крутящий момент через дифференциал и полуоси передается к ведущим колесам. При колесной формуле 4х2 оси зубчатых пар лежат в одной горизонтальной плоскости. На автомобилях с колесной формулой 6х4 ось ведомой цилиндрической шестерни может быть смещена вниз по отношению к осям остальных шестерен, с тем чтобы можно было сделать ведущий мост проходным» [21].

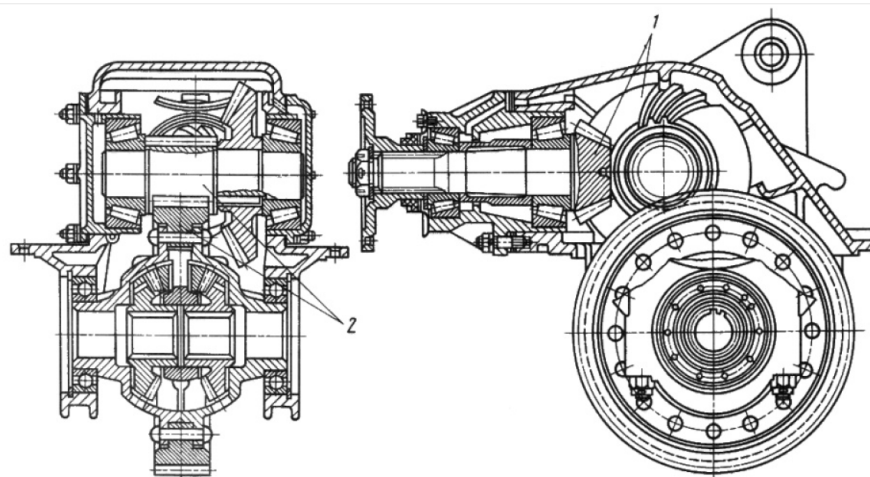
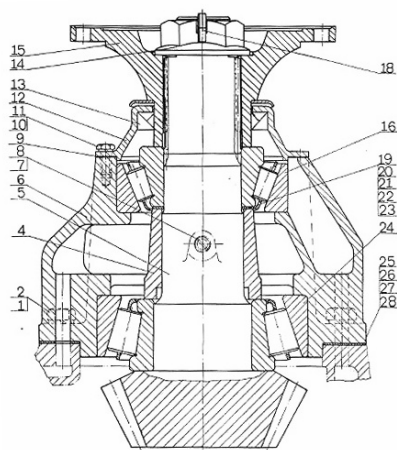


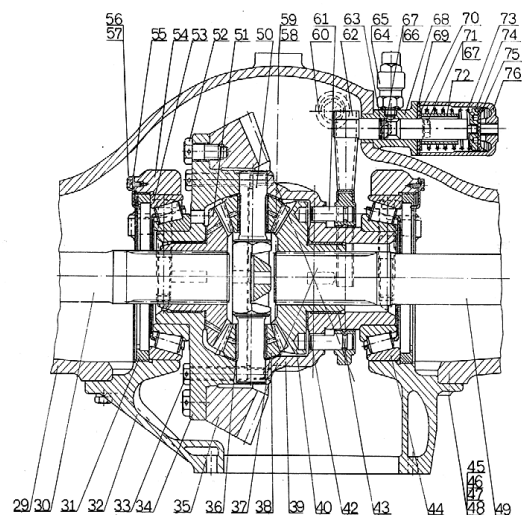
Рисунок 8 – Двойная центральная главная передача со смещением ведомой цилиндрической шестерни вниз:

1 – коническая зубчатая пара; 2 – цилиндрическая зубчатая пара

Конструкция мостов зарубежного производства другая (рисунки 9 и 10).

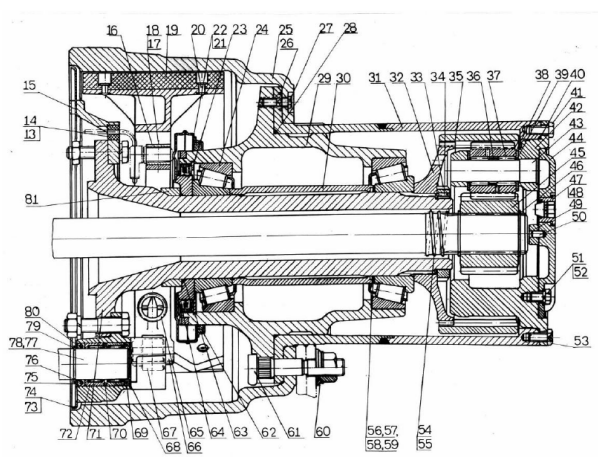


а)

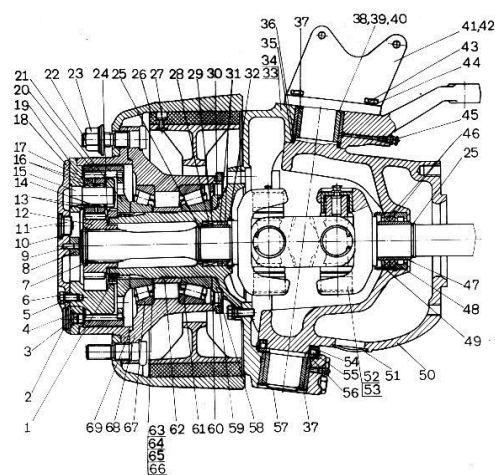


б)

Рисунок 9 – Центральный редуктор КАМАЗ с разнесенной главной передачей:
а) ведущая шестерня; б) ведомая шестерня и дифференциал.



а)



б)

Рисунок 10 – Бортовые редукторы КАМАЗ:
а) средний и задний; б) передний.

«В разнесенной главной передаче коническая пара шестерен находится в картере в центре ведущего моста, а цилиндрические шестерни – в колесных редукторах. При этом соединение дифференциала с колесными редукторами производится через полуоси. В разнесенных главных передачах широкое применение получили однорядные планетарные колесные редукторы, состоящие из цилиндрических прямозубых зубчатых шестерен: солнечной, коронной и сателлитов. Солнечная шестерня соединена с полуосью и

находится в зацеплении с тремя сателлитами, сателлиты свободно вращаются на осях водила, жестко связанного с балкой моста. Сателлиты входят в зацепление с коронной шестерней, прикрепленной к ступице колеса. Крутящий момент от центральной конической пары шестерен передается к дифференциалу, полуосям, солнечной шестерне, сателлитам, коронной шестерне и к ступицам колес» [21].

1.3 Возможные неисправности мостов автомобилей KAMAZ

Важным элементом определения неисправности является тестовая поездка. Опишем основные причины неисправности редуктора и способы их устранения.

Нередко проявляется увеличенный зазор в зацеплении конических зубчатых колес, причин возникновения две. Первая – это износ зубьев конических шестерен. Пытаться регулировать износ не следует, так как конические шестерни должны работать до полного износа без регулировки. Вторая причина – это износ конических роликовых подшипников, который проявляется большим осевым зазором. Чтобы его устранить, нужно восстановить предварительный натяг подшипников ведущего конического зубчатого колеса, затем убрать необходимое число прокладок из-под фланца стакана подшипников для компенсации износа подшипников.

Если зафиксирован повышенный уровень шума при движении автомобиля со скоростью 30-60 км/ч, это значит смещение пятна контакта в сторону широкой части зубьев ведомого конического зубчатого колеса, для устранения надо отрегулировать зацепление по пятну контакта.

Если слышен повышенный уровень шума при торможении, нужно отрегулировать зацепление по пятну контакта, чтобы устранить смещение пятна контакта в сторону узкой части зубьев ведомого конического зубчатого колеса. Пульсирующий шум при выключении сцепления и переключении передач означает смещение пятна контакта ближе к вершинам зубьев.

Если при движении автомобиля слышен непрерывный шум, это означает сильный износ или повреждение зубчатых колес, шестерни нужно заменить комплектом. Шум могут издавать и подшипники. Если ослаблены их крепления, то необходимо затянуть гайку крепления подшипников на валах. Если же причина шума сильный износ подшипников, то надо заменить подшипники.

Одна из причин неисправности – недостаточный уровень масла в картере моста, следует проверить уровень масла и долить. Если видна течь смазки, то заменить манжеты и подтянуть болты крепления крышек через манжеты и разъемы крышек.

Выводы по разделу. В разделе определены основные виды автомобилей КАМАЗ по колесным формулам, описаны разновидности мостов автомобилей КАМАЗ, дан обзор конструкции ведущих мостов. Определено, что по виду главной передачи они делятся на двойную центральную и разнесенную с бортовыми планетарными редукторами. Исходя из конструкции мостов, перечислены их возможные неисправности и описан порядок диагностирования мостов автомобилей КАМАЗ. Отмечено, что важный элемент диагностирования – тестовая поездка.

Раздел 2 Технология ремонта мостов КАМАЗ

2.1 Замена мостов КАМАЗ

Во втором разделе рассмотрим описание работ по ремонту ведущих мостов КАМАЗ. Наиболее часто встречаются неисправности редуктора, где находятся главная передача и дифференциал. Кроме этого, возможны повреждения балки ведущего моста, тормозных механизмов и крепления ступиц. Часть работ можно сделать, не снимая ведущего моста с автомобиля, однако для качественного ремонта ремонтные работы желательно выполнять в стационарных условиях оборудованной агрегатной мастерской. Поэтому вначале опишем работы по снятию и установке ведущего моста автомобилями КАМАЗ.

Существует несколько вариантов снятия мостов и редукторов. У каждого способа есть свои преимущества и недостатки.

Особенность снятия редуктора заключается в следующем. Достаточно отсоединить карданный вал (для среднего моста – два карданных вала), снять полуоси, и для сдвоенных мостов – отсоединить верхнюю реактивную штангу. Балка ведущего моста и другие его детали остаются на автомобиле.

В зависимости от того, демонтируется ведущий мост или редуктор возможны два варианта последовательности ремонта.

При снятии моста:

- демонтаж моста;
- перемещение на агрегатный участок;
- мойка;
- разборка моста;
- ремонт редуктора, при необходимости ремонт балки, ступиц, тормозных механизмов;
- сборка моста;
- перемещение на участок ТР;

- установка на автомобиль;
- испытание.

При снятии редуктора:

- демонтаж центрального редуктора;
- перемещение на агрегатный участок;
- мойка;
- ремонт редуктора: разборка, контроль деталей, комплектация;
- сборка редуктора;
- перемещение на участок ТР;
- установка на автомобиль;
- испытание.

Особенности снятия одиночного моста (например, переднего или заднего для автомобилей колесной формулы 4х4) заключаются в том, что мост можно снять с рессорами (если нужна замена или ремонт рессор) или без рессор. В первом случае отсоединяются рессорные пальцы, во втором снимаются стремянки.

Особенности снятия мостов задней сдвоенной балансирной тележки в том, что отсоединяются реактивные штанги (для каждого моста – две нижние с балки, одна верхняя с редуктора). При этом балансиры с рессорами остаются на автомобиле.

Стоит отметить, что без средств механизации ремонтировать ведущие мосты КАМАЗ невозможно. Причиной этого является прежде всего большой вес и габариты агрегатов, а также значительные моменты усилий при разборке и затяжке резьбовых соединений. Так, масса снаряженного автомобиля КАМАЗ-5320 без груза 7148 кг, при этом распределение массы на переднюю ось 3390 кг, на заднюю тележку 3794 кг. Средний мост в сборе весит 590,0 кг, задний мост в сборе 540,0 кг. Редуктор среднего моста весит 186,0 кг, а заднего моста 148,0 кг. Современные более мощные и надежные автомобили КАМАЗ имеют ещё больше вес и габариты. Поэтому для снятия

моста и редуктора желательная смотровая канава с подъемником, а если нет смотровой канавы, возможен ровный пол и кран-балка.

Для снятия ведущего моста КАМАЗ с автомобиля нужно отсоединить:

- крепления самого моста (одиночные мосты крепятся к рессорам 4 стремянками, сдвоенные мосты крепятся к раме 3 реактивными штангами, рисунок 11);
- приводной карданный вал (для среднего моста – 2 карданных вала, второй передает вращение заднему мосту);
- шланги подачи сжатого воздуха в тормозные камеры;
- шланги пневмопривода блокировки дифференциалов (при наличии);
- шланги системы подкачки шин (при наличии);
- электропровода от датчиков скорости (при наличии АБС).

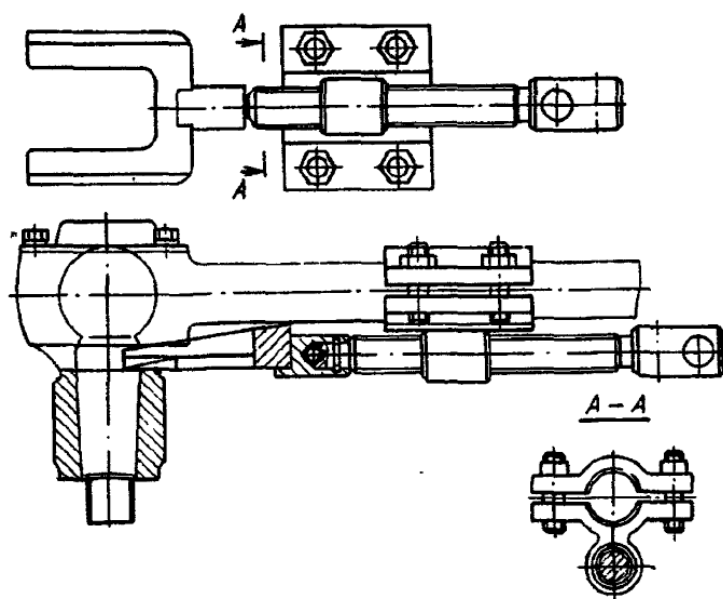


Рисунок 11 – Съемник шарниров реактивных штанг КАМАЗ

В организации ремонта важно описание технологии ремонта, при этом важное значение имеет составление технологических карт. «Технологические карты составляются по проектируемой зоне, цеху на специализированные посты ТО и ТР (постовые карты), посты диагностирования (карты диагностирования Д-1 и Д-2), специализированную переходящую бригаду

(звено) рабочих при методе универсальных постов (операционные карты), операции для группы или одного исполнителя (карта на рабочее место). В соответствии с темой проекта составляют технологические карты, в которых предусматривают:

- удобство сборочно-разборочных работ и перемещение автомобиля или агрегата при выполнении операций;
- применение высокопроизводительного технологического оборудования (осмотрового, подъемно-транспортного, для ТО и ТР), инструмента и приспособлений;
- создание удобных, безопасных и удовлетворительных санитарно-гигиенических условий труда;
- необходимое оборудование для контроля качества работ.

Работы располагают в строгой технологической последовательности и излагают в повелительном наклонении, например: «установить автомобиль», «открыть капот» и т. д. Технологическая карта составляется по форме на листах формата А4» [16].

При составлении технологических карт важно правильно указать нормы времени. Согласно отраслевым нормативам «Типовые нормы времени на ремонт грузовых автомобилей марок ГАЗ, ЗИЛ, КАЗ, МАЗ, КамАЗ, КрАЗ в условиях автотранспортных предприятий» (Москва, издательство «Экономика», 1989 год) снять и установить задний мост 4,30 чел-часа, задний редуктор 2,10 чел-часа.

Разработанные в соответствии с ГОСТ 3.1407-86 ЕСКД [5] технологические карты по ремонту ведущих мостов КАМАЗ представлены на листах графической части.

Для того, чтобы разработать конструкцию стенда, надо разобраться в каких технологиях он применяется. Рассмотрим общие принципы ремонта ведущих мостов.

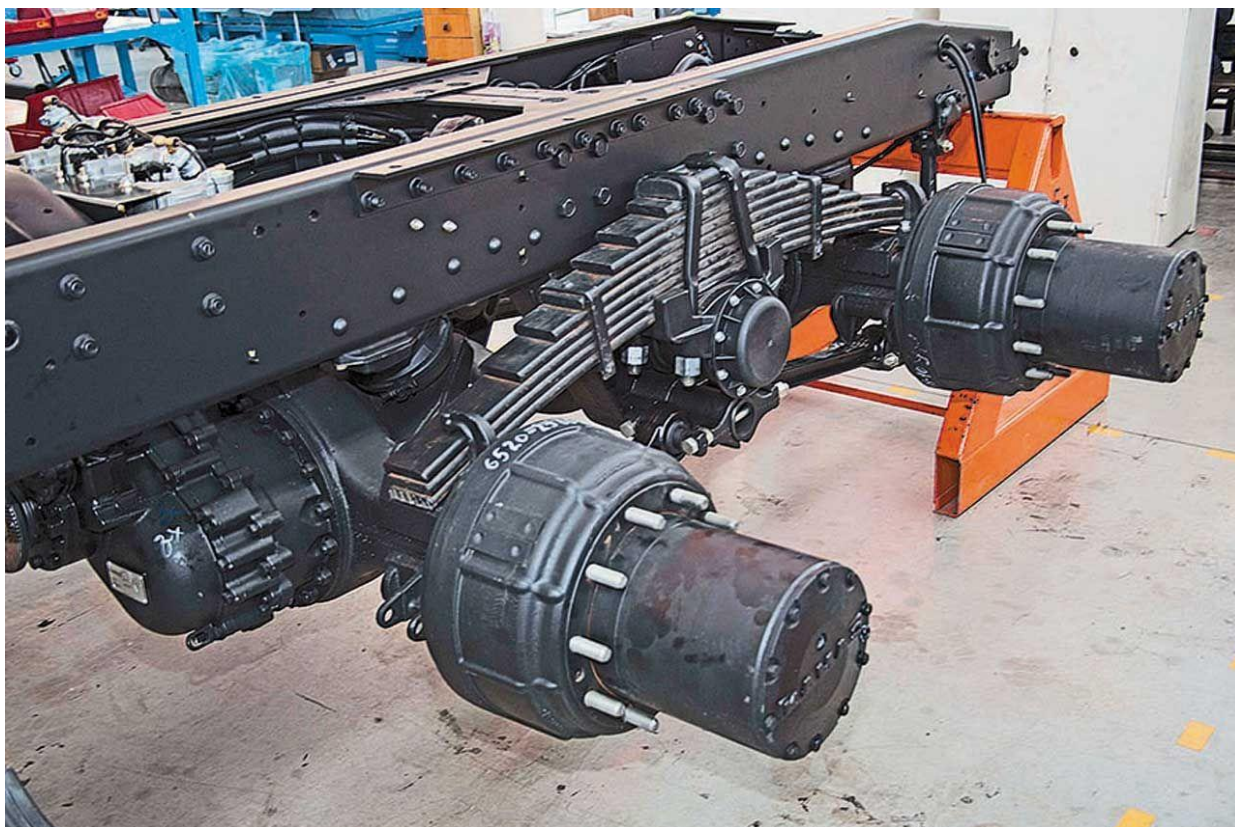


Рисунок 12 – Вывешенные мосты KAMAZ

«Своевременное и качественное проведение ремонтных воздействий позволяет полнее использовать конструктивно заложенный ресурс машины. Стадия эксплуатации является важнейшей составляющей жизненного цикла машины. Обычно она делится на циклы эксплуатации моментом проведения капитального ремонта. Стадия эксплуатации включает минимум два цикла и, соответственно, один капитальный ремонт. Проведение капитального ремонта увеличивает продолжительность эксплуатации в предписанных условиях до выработки рабочего ресурса и обеспечивает гарантированный пробег автомобиля до следующего капитального ремонта не менее 80% от нормы первого эксплуатационного цикла. Обеспечение показателя надежности автомобилей после капитального ремонта на уровне, близком к новому, зависит от степени совершенства технологии ремонта и организации авторемонтного производства» [15].

2.2 Замена редукторов КАМАЗ

В некоторых случаях для ремонта не нужно снимать весь мост, достаточно демонтировать редуктор с главной передачей.

Особенности главной передачи. «Главная передача предназначена для постоянного увеличения крутящего момента, передаваемого через дифференциал и привод к ведущим колесам, и, соответственно, для уменьшения угловой скорости их вращения. Главная передача обеспечивает движение автомобиля с максимальной скоростью и оптимальный расход топлива. Передаточное отношение главной передачи зависит от типа автомобиля, мощности и оборотистости двигателя. На легковых автомобилях передаточное число главной передачи составляет 3,5...5,5, на грузовых автомобилях – 6,5...9,0» [21].

Как уже отмечалось, перед ремонтом нужно провести диагностику мостов. «Многие неисправности могут быть определены по уровню шума, для этого выполните следующее.

Испытание 1. Постепенно увеличьте скорость движения автомобиля по шоссе с 20 до 80 м/ч и отметьте моменты, при которых шум появляется и исчезает.

Педалью управления подачей топлива понизьте частоту вращения коленчатого вала двигателя и во время замедления проследите за изменением уровня шума: отметьте промежутки, при которых он ощущается сильнее.

Обычно шум возникает и исчезает при одних и тех же скоростях во время ускорения и замедления.

Испытание 2. Увеличьте скорость автомобиля приблизительно до 80 км/ч, установите рычаг переключения передач в нейтральное положение, выключите двигатель и дайте возможность автомобилю свободно катиться до остановки; при этом отметьте изменение уровня шума на различных скоростях. Шум, замеченный во время этого испытания и соответствующий отмеченному во время испытания, проводимого согласно пункту 1, не

создается редукторами, так как они без нагрузки не могут быть причиной шума. И наоборот, шум, отмеченный при испытании, проводимом согласно пункта 1 и не повторяющийся при испытании согласно пункта 2, может создаваться редукторами или их подшипниками.

Испытание 3. При неподвижном заторможенном автомобиле включите двигатель и, постепенно увеличивая частоту вращения, сравните появившийся шум с тем, который был замечен при двух предыдущих испытаниях: шум, соответствующий возникшему при испытании согласно п. 1, не относится к редукторам — вызван другими узлами (воздухоочистителем, глушителем, двигателем, компрессором, насосом гидроусилителя рулевого привода, коробкой передач); шум, обнаруженный при испытании и на этот раз не повторившийся, создается редукторами.

Для подтверждения правильности определения источника шума поднимите колеса заднего и промежуточного мостов, пустите двигатель и включите пятую передачу; при этом можно убедиться, что шумы, вызываемые редукторами, действительно исходят от них, а не от других узлов» [2].

Замена редукторов с главной передачей зависит от типа ведущего моста. «Для снятия главной передачи переднего моста необходимо:

- вывернуть пробку сливного отверстия и слить масло из картера главной передачи переднего моста. Очистить магнит пробки от металлических частиц и ввернуть пробку;
- закрыть краны запора воздуха централизованной системы регулировки давления в шинах всех колес;
- отвернуть гайки и вывернуть болт крепления защитного кожуха гибкого шланга подвода воздуха, снять пружинные шайбы и защитный кожух;
- вывернуть болты крепления крана к полуоси, снять кран с прокладкой и отвести его в сторону;

- отвернуть гайки крепления фланцев полуосей, снять пружинные шайбы и разжимные втулки; с помощью технологических болтов выпрессовать фланец полуоси и снять прокладку;

- ослабить гайки крепления колес;

- затормозить стояночной тормозной системой колеса заднего и промежуточного мостов, вывесить переднюю часть автомобиля и поставить подставки под раму;

- отвернуть гайки крепления колес и снять колеса;

- отвернуть контргайку, снять замочную шайбу, отвернуть гайку подшипников ступицы;

- установить съемник и спрессовать ступицу колеса с цапфы;

- отсоединить шланги системы регулировки давления воздуха в шинах;

- расшплинтовать оси тормозных колодок, снять пружины тормозных колодок и колодки;

- отвернуть гайки шпилек крепления суппорта и цапфы к корпусу поворотного кулака, снять пружинные шайбы, суппорт, цапфу с наружным кулаком и диском шарнира равных угловых скоростей в сборе;

- вынуть полуось с внутренним кулаком в сборе;

- отсоединить карданный вал привода переднего моста от фланца первичного вала главной передачи, отвернув гайки и вынув болты;

- отсоединить поперечную рулевую тягу, расшплинтовав и отвернув гайку левого шарового пальца;

- отвернуть гайки шпилек крепления картера главной передачи к картеру моста;

- закатить тележку под автомобиль (с левой стороны). Вынуть главную передачу из картера моста, опустить ее на тележку и выкатить из-под автомобиля» [20].

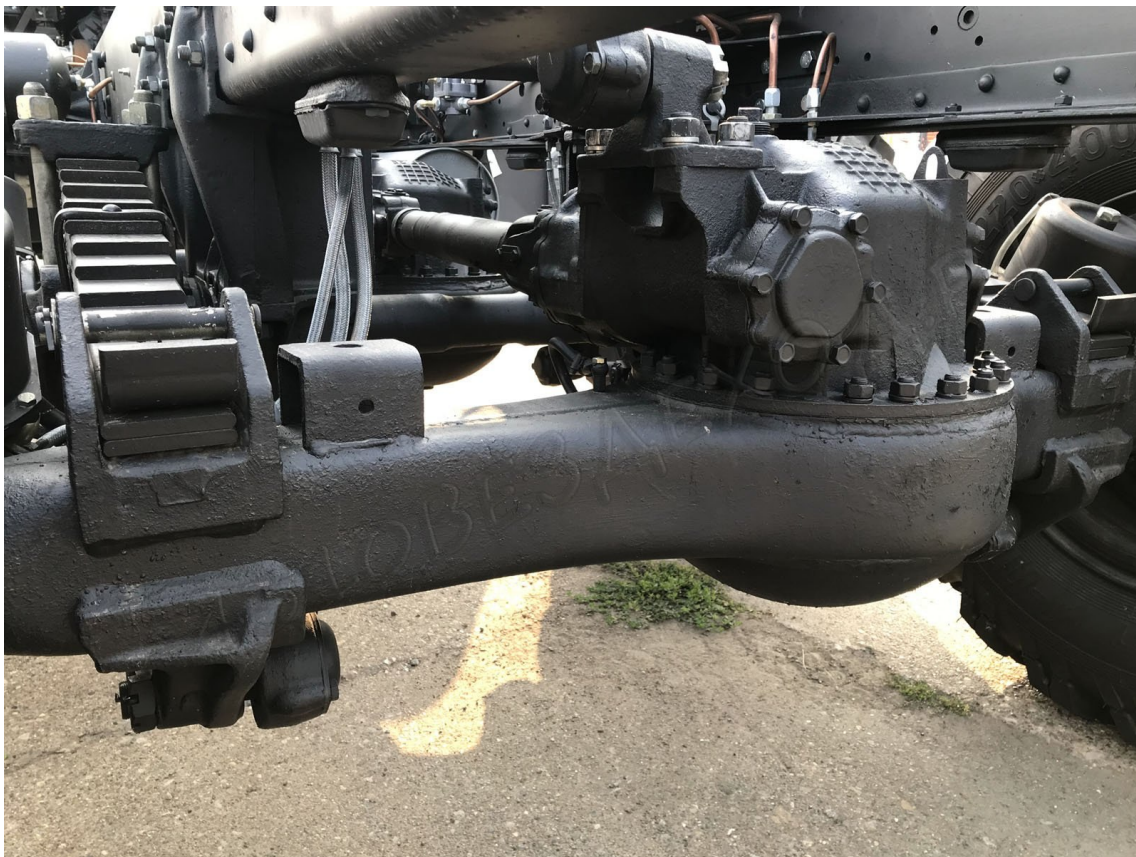


Рисунок 13 – Редуктор заднего моста KAMAZ

«Для снятия главной передачи заднего (промежуточного) моста надо:

- вывернуть пробку сливного отверстия и слить масло из картера моста.

Очистить магнитную пробку от металлических частиц и вернуть ее;

- закрыть краны централизованной системы регулировки давления в шинах всех колес;

- отвернуть гайки и вывернуть болт крепления защитного кожуха гибкого шланга подвода воздуха, снять пружинные шайбы и защитный кожух;

- вывернуть болты крепления корпуса крана, снять кран и отвести его в сторону;

- отвернуть гайки крепления полуоси, снять пружинные шайбы, нанести несколько ударов молотком по центру фланца полуоси, снять разжимные втулки;

- с помощью технологических болтов выпрессовать и вынуть полуоси, снять прокладки полуосей;
- снять два щита пола платформы, находящиеся над главной передачей, отвернув гайки крепления прижимов;
- отвернуть гайки крепления усилителя пола платформы и снять его;
- отвернуть гайки болтов крепления фланца карданного вала привода промежуточного моста к фланцу главной передачи промежуточного моста, вынуть болты и отвести карданный вал в сторону;
- отвернуть гайки болтов крепления фланца карданного вала привода заднего моста к фланцу заднего (промежуточного) моста, вынуть болты и отвести карданный вал в сторону;
- отвернуть гайки крепления рычага верхней реактивной штанги, снять пружинные шайбы и разжимные втулки и отвести штангу вверх;
- отвернуть гайки шпилек крепления главной передачи, снять пружинные шайбы, разжимные втулки, тройник развода воздуха для подкачки шин заднего (промежуточного) моста;
- зачалить главную передачу за монтажную петлю и концы главной передачи, снять и установить ее на подставку» [20].



Рисунок 14 – Демонтаж редуктора заднего моста КАМАЗ

«Для установки главной передачи заднего (промежуточного) моста необходимо:

- смазать прокладку уплотняющей пастой с обеих сторон и установить ее на мост. Зачалить главную передачу чалочным приспособлением и установить его на задний (промежуточный) мост. Снять чалочное приспособление и выкатить кран;

- надеть на шпильки разжимные втулки, тройник развода воздуха подкачки шин заднего (промежуточного) моста, пружинные шайбы, навернуть гайки и затянуть их с моментом 157-176 Н.м (16-18 кгс.м);

- поднять карданный вал привода заднего моста и присоединить его к фланцу главной передачи заднего (промежуточного) моста, вставить в отверстия болты, надеть пружинные шайбы, навернуть гайки и затянуть их с моментом 78-88 Н.м (8-9 кгс.м);

- поднять карданный вал привода промежуточного моста и присоединить его к фланцу главной передачи промежуточного моста, вставить болты и затянуть гайки с моментом 59-69 Н.м (6-7 кгс.м);

- надеть рычаг верхней реактивной штанги на шпильки, поставить разжимные втулки, пружинные шайбы, навернуть гайки и затянуть их с моментом 353-392 Н.м (36-40 кгс.м);

- нанести слой уплотняющей пасты на прокладку полуоси с обеих сторон, надеть их на шпильки крепления полуоси. Вставить полуось в картер заднего (промежуточного) моста, поставить на шпильки разжимные втулки и пружинные шайбы, навернуть гайки, затянуть их с моментом 64-78 Н.м (6,5-8 кгс.м);

- установить и прикрепить корпус крана запора воздуха к фланцу полуоси, предварительно смазав прокладку уплотняющей пастой;

- открыть краны запора воздуха централизованной системы регулировки давления в шинах всех колес;

- установить защитный кожух гибкого шланга и закрепить его;

- вывернуть заливную и контрольную пробки заднего (промежуточного) моста, залить масло в картер моста до уровня, завернуть контрольную и заливную пробки;
- установить усилитель пола платформы и закрепить его;
- установить щиты пола платформы и закрепить их» [20].

2.3 Ремонт редукторов КАМАЗ

Редуктор – самый ответственный и сложный узел ведущего моста КАМАЗ. Он имеет множество элементов (рисунок 15), включая две зубчатые передачи и дифференциал.

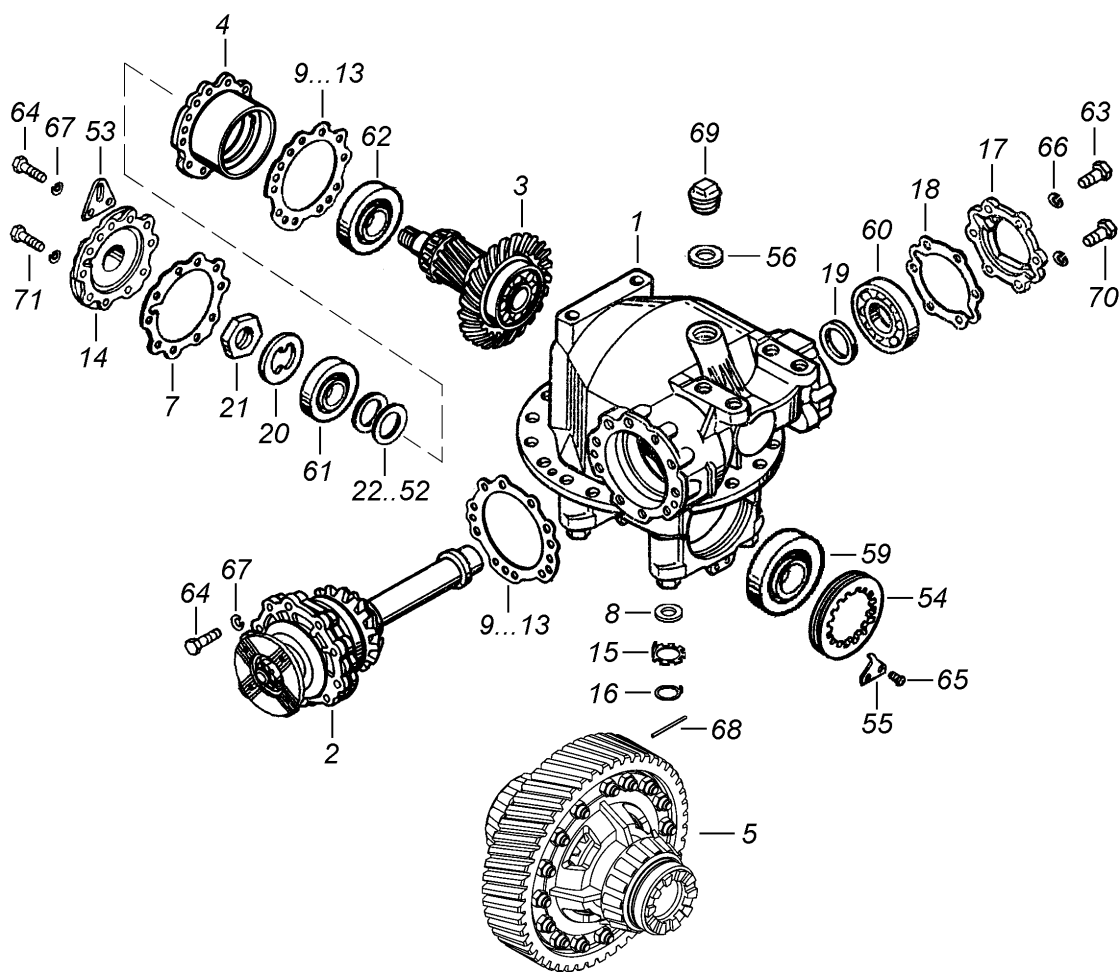


Рисунок 15 – Устройство заднего редуктора КАМАЗ

Требования к главной передаче. «К главной передаче наряду с общими требованиями предъявляются следующие специальные требования:

- передаточное число, соответствующее оптимальным тяговым качествам и топливной экономичности;
- минимальные габариты и обеспечение необходимого дорожного просвета;
- низкий уровень шума;
- достаточная прочность и жесткость при минимальной массе» [21].

«Жесткость подшипников ведущей шестерни в осевом направлении можно увеличить созданием предварительного натяга. Предварительным натягом устраняются зазоры и создается предварительное сжатие подшипников. Этот натяг создается при сборке главной передачи и служит не только для повышения осевой жесткости подшипников, но и для их разгрузки от значительных осевых сил, возникающих в коническом зацеплении шестерен. Соответствующий уровень предварительного натяга обеспечивается изменением расстояния между внутренними кольцами конических подшипников. Величина натяга определяется значением момента сопротивления повороту вала ведущей шестерни на подшипниках при отсутствии зацепления с ведомой шестерней. Для различного типа автомобилей значение предварительного натяга конических подшипников вала ведущей шестерни составляет 0,8...2,0 Нм.

Ведомая шестерня 2 крепится к корпусу дифференциала 3 (рисунок 15), который, в свою очередь, устанавливается на конических подшипниках 1 и 4, располагаемых вершинами конусов наружу. Такое расположение подшипников обеспечивает возможность регулирования натяга самих подшипников и зацепления конической зубчатой передачи. Величина предварительного натяга этих подшипников примерно такая же, как и подшипников ведущего вала-шестерни, и измеряется при отсутствии зацепления с ней» [21].

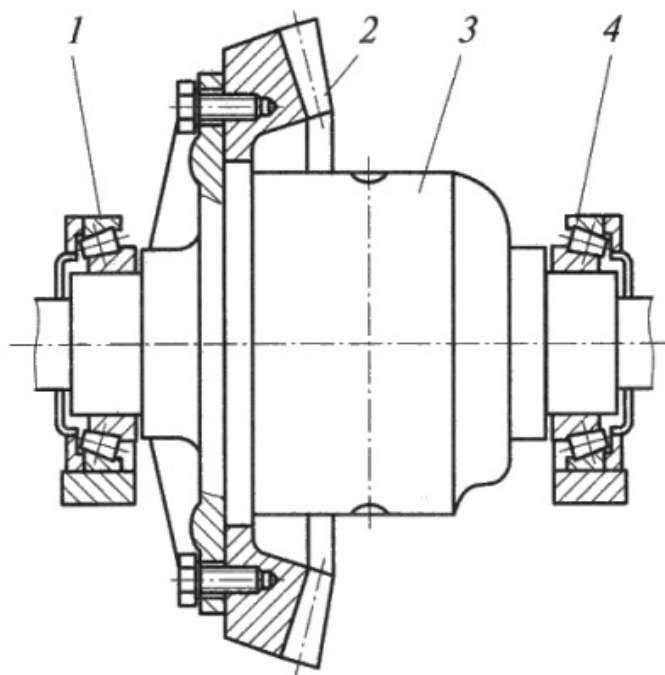


Рисунок 16 – Установка ведомой шестерни конической главной передачи:
1, 4 – подшипники; 2 – ведомая шестерня; 3 – дифференциал

«Подшипник 1 на рисунке 15 имеет большую нагрузку, чем подшипник 4, поскольку ведомая шестерня 2 располагается на меньшем расстоянии от него и на этот подшипник дополнительно действует осевая сила. Поэтому на грузовых автомобилях этот подшипник часто имеет больший размер, чем другой.

Действующая в коническом зацеплении осевая сила вызывает деформацию ведомой шестерни, ее прогиб и перекося, что нарушает точность контакта зубьев и повышает уровень шума. Для уменьшения величины деформации ведомой шестерни применяют специальные упоры, которые могут быть регулируемые или нерегулируемые. Упор вступает в действие, когда смещение ведомой шестерни превысит допустимое значение. Поэтому в нерабочем состоянии зазор между упором и торцевой поверхностью ведомой шестерни выбирают обычно 0,15...0,20 мм» [21].

Важный элемент редуктора – межколесный дифференциал. «Дифференциалом называется механизм трансмиссии, распределяющий

подводимый к нему момент между ведущими колесами одного моста или между ведущими мостами и позволяющий ведомым валам вращаться с неодинаковой угловой скоростью» [21].

Важно без повреждений демонтировать детали. Съемник для снятия подшипников показан на рисунке 17.

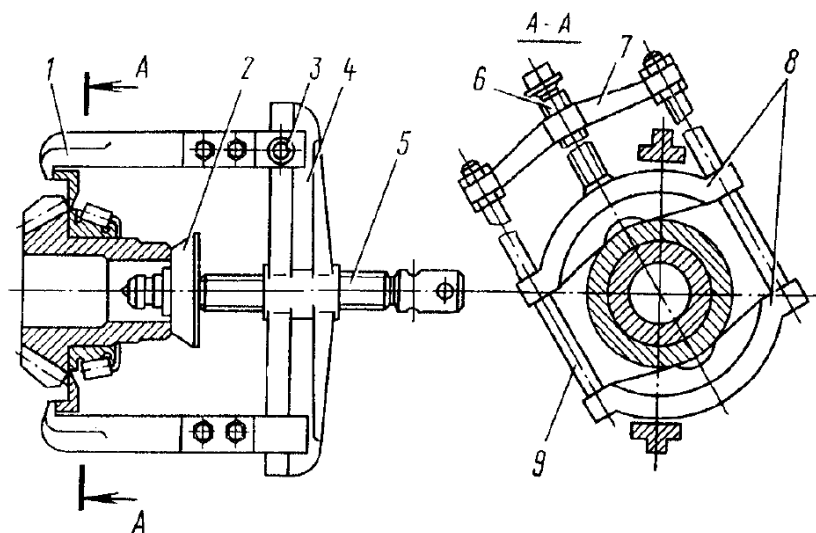


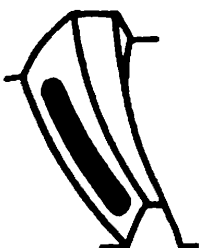
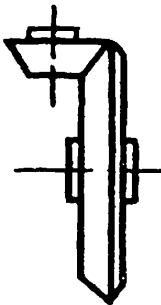
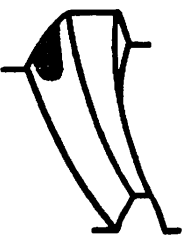
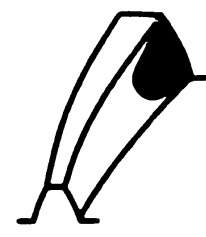
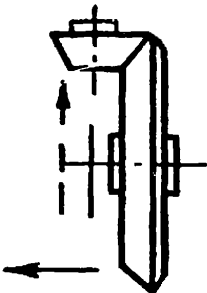
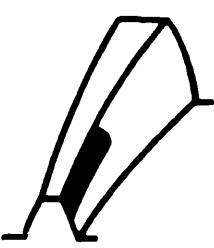
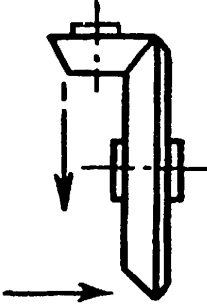
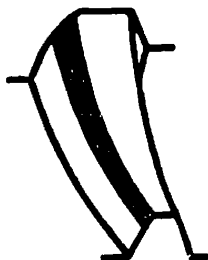
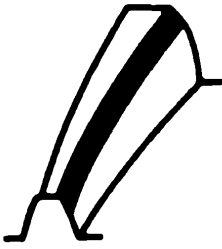
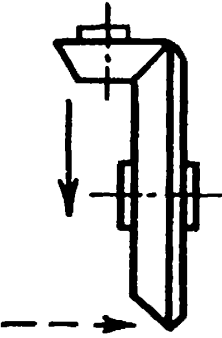
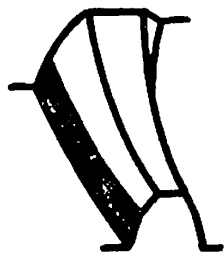
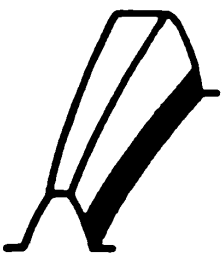
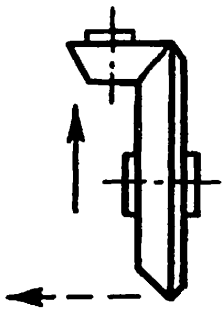
Рисунок 17 – Съемник для разборки ведущей шестерни

«Во многих случаях съемники со сдвигающимися лапками более удобны в работе, поскольку при распрессовке соединения за счет возникающих сил трения в контакте лапки с траверсой исключается самопроизвольный сдвиг лапок. Съемники с качающимися лапками в этом отношении менее надежны.

Для распрессовки из отверстий обойм роликовых подшипников или втулок используют специальные винтовые съемники, отличающиеся от рассмотренных конструкцией траверсы и лапок-захватов» [15].

При сборке редуктора важен контроль зацепления конической передачи, его проверяют нанесением на зубья краски и прокручиванием шестерен в одну и другую стороны. В зависимости от пятна контакта производят перемещения ведущей или ведомой шестерни (таблица 2).

Таблица 2 – Регулировка шестерен в зависимости от пятна на зубьях

Вариант пятна	Передний ход	Задний ход	Куда сместить шестерни
1			
2			
3			
4			
5			

Следует отметить, что при правильном расположении пятна контакта, по мере износа никакая регулировка не требуется, зубчатые передачи ведущих мостов КАМАЗ работают до полного износа зубьев.

Ведущие мосты КАМАЗ при ремонте требуют еще один вид регулировки – предварительный натяг конических подшипников. В мостах (как отечественного, так и зарубежного производства) при сборке нужно отрегулировать преднатяг при установке:

- ведущей конической шестерни;
- ведомой конической шестерни;
- подшипников межколесного дифференциала;
- ступичных подшипников.

Выводы по разделу. Во данном разделе разработана технология ремонта ведущих мостов КАМАЗ. При разработке технологии ремонта редукторов КАМАЗ рассматривались только мосты отечественного производства, поскольку доля зарубежных мостов снижается. Разработаны технологические карты замены мостов и редукторов КАМАЗ, а также ремонта редуктора заднего ведущего моста. Отмечено, что при локализации неисправности, в некоторых случаях не обязательно выкатывать полностью мост. При уверенности, что неисправность именно в центральном редукторе, достаточно демонтировать с автомобиля только его. Для обеспечения качества сборки редуктора отмечается важность правильной регулировки зацепления конических шестерен и предварительного натяга подшипников.

Раздел 3 Организация ремонта мостов KAMAZ

3.1 Планировка участка ремонта мостов KAMAZ

В третьем разделе рассмотрим вопросы организации ремонта мостов KAMAZ. В зависимости от возможностей ремонтного предприятия возможны несколько вариантов оснащения участка ТР оборудованием. Лучший вариант, это смотровая канава с канавным подъемником. Другой вариант, это применение кран-балки для вывешивания автомобиля и тележка для перемещения моста. Кроме этого, желательна грузоподъемная тележка для снятия колес.

На некоторых предприятиях вывешивание автомобиля и выкатывание моста производится с применением вилочного электропогрузчика.

В любом случае обязательны подставки под вывешенный автомобиль, поскольку работы на свободно висящем автомобиле запрещены.

При выборе помещения для ремонта ведущих мостов используем методические рекомендации кафедры «Проектирования и эксплуатация автомобилей» Тольяттинского госуниверситета, в частности, пособием Ю.П. Петина «Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта» (Изд-во ТГУ, 2013 г.) [16].

Важно продумать планировку таким образом, чтобы процесс ремонта был максимально эффективным. Для этого воспользуемся следующими принципами.

«Эффективность проведения ремонта определяется научно-обоснованным количеством инструмента и оборудования, рационально подобранным трудовым процессом, и квалифицированным персоналом.

Особенности труда рабочих:

- высокий процент ручного труда, уровень механизации не более 15%;
- разборные соединения: резьбовые – до 80% соединений автомобиля;

– труд слесаря в зоне ТР имеет универсальный характер, требующий разного слесарно-сборочного, измерительного, режущего инструмента и приспособлений.

Согласно Методике оценки уровня и степени механизации и автоматизации производства ТО и ТР подвижного состава АТП, разработанной совместно МАДИ и НИИАТ в 1987 г. оснащенность технологическим оборудованием напрямую связана с оценкой уровня механизации и автоматизации производственного процесса. При этом используется классификация технологического оборудования по уровню звенности от 0 до 7, соответствующему степени использования энергии природы и степени участия человека в процессе контроля, от ручного инструмента (звенность $z = 0$) до гибких автоматизированных производств ($z = 7$). В документе показано, что влияние уровня технической оснащенности на показатели АТП, такие как коэффициент технической готовности, потребность в ремонтных рабочих, коэффициент выпуска автомобилей на линию, находятся в прямой и почти линейной зависимости от стоимости технологического оборудования. Оценка уровня механизации может производиться, как и для машиностроительного производства, по ГОСТ 23004-78 по удельной доле трудоемкости механизированных операций процесса от общей трудоемкости всех операций технологического процесса» [22].

«По ОНТП 01-91 уровень механизации и автоматизации производств по видам работ должен быть не ниже:

- для уборочно-моечных работ – 30–40%;
- для полнообъемного ТО – 25–30%;
- для ТР – 20–25%.

Известны статистические данные факторов, влияющих на эффективность ТО и ТР. Из них видно, производительность оборудования – величина вариативная, и хотя коэффициент весомости у данного фактора небольшой, но суммарный вклад в общую эффективность очень высок.

Следовательно, несмотря на большой скачок в развитии современного технологического оборудования отечественного и в большей степени импортного оборудования, до сих пор он не может значительно повысить уровень механизации и автоматизации работ, выполняемых при ТО и ТР подвижного состава автотранспортных, авторемонтных, дорожно-строительных и машиностроительных предприятий. Следовательно, проектирование, оптимизация работы и технического обслуживания технологического оборудования, знание основ его классификации и требований безопасности позволят разрабатывать новое и модернизировать существующее оборудование с учетом современных требований по безопасности и минимизации технических рисков» [20].

При планировке участка необходимо учитывать современные принципы размещения технологического оборудования.

«Развитие технологического оборудования, оснастки, появление все новых и приспособлений и различного инструмента требует оптимизации его размещения. Интересен подход к такому размещению в «Бережливом производстве». Бережливое производство (система Lean) – это особый подход к организации управления на предприятии. Он направлен на улучшение качества работы сокращением потерь. Такое производство используется на всех этапах деятельности предприятия – от проектирования до реализации продукции.

Это система 5S – совокупность пяти направлений работы по повышению эффективности рабочих мест за счет более удобной организации, приведения их в порядок, внедрения стандартов и принципов непрерывного совершенствования: сортировка (Seiri), самоорганизация (Seiton), систематическая уборка (Seiso), стандартизация и совершенствование (Shitsuke). Реализация такого подхода к размещению оборудования предусматривает ответы на ряд ключевых вопросов, представленный в чеклисте. За каждый из 5 направлений работы нужно ответить на 5 вопросов и присвоить ответу ранг 0...5. За размещением

оборудования закреплены вопросы организации рабочего места, уборка и поиск способов поддержания чистоты» [22].

При сборке важно учитывать показатели производства. «Уровень сборочного производства оценивается тремя группами показателей, характеризующими технический уровень производства, уровень организации труда и уровень организации производства. К их числу относятся: уровень механизации и автоматизации процесса; уровень собираемости изделия; уровень охвата сборки изделий поточными методами; уровень организации рабочих мест; уровень эффективности труда; уровень специализации производства» [10]. Исходя из этих принципов произведем разработку помещения. Поскольку агрегаты современных автомобилей КАМАЗ достаточно надежны, и, при соответствующем ТО, редко выходят из строя, выделять отдельно участок для ремонта ведущих мостов нет смысла. Принимаем решение ремонт ведущих мостов производить на объединенном агрегатно-моторном участке.

Сделаем расчет суммарной площади объединенного участка. «Площадь производственных цехов определяется по удельной площади, приходящейся на каждого рабочего в наиболее загруженную смену:

$$F_y = f_1 + f_2(P_T - 1), \text{ м}^2,$$

где f_1 и f_2 – удельная площадь на первого и каждого последующего рабочего (м^2), принимается по прил. 2, табл. 26; P_T – технологически необходимое число рабочих в наиболее загруженную смену.

Расчетные и принятые данные сводятся в таблицу 15» [16].

Таблица 3 – Площади производственных цехов

Наименование цеха	$f_1, \text{ м}^2$	$f_2, \text{ м}^2$	$P_T, \text{ чел.}$	Площадь $F_y, \text{ м}^2$
Агрегатный участок	15	12	3	39
Моторный участок	15	12	2	27
Итого				66

«Более точно площадь участков определяется после выбора перечня необходимого технологического оборудования (с учетом его габаритных размеров) по формуле

$$F_y = f_{\text{ОБ}} \cdot K_{\text{ОБ}}, \text{ м}^2,$$

где $f_{\text{ОБ}}$ – суммарная площадь оборудования, м^2 ; $K_{\text{ОБ}}$ – коэффициент плотности расстановки оборудования (прил. 2, табл. 26).

Окончательно площади производственных подразделений уточняются графически при разработке планировочного решения с учетом габаритных размеров автомобилей, расстояний между ними на постах, между автомобилями и элементами зданий и оборудования, ширины проезда в зонах и способов расстановки постов, а также с учетом норм размещения технологического оборудования (прил. 2, табл. 27–31).

Принятая площадь не должна отличаться от расчетной более, чем на 20% для помещений площадью до 100 м^2 и 10% – более 100 м^2 » [16].

3.2 Расстановка оборудования для ремонта мостов КАМАЗ

Выбор и расстановка технологического оборудования – важный элемент эффективности и качества ремонта.

«К основным направлениям повышения эффективности разборочных работ следует отнести: разработку и внедрение прогрессивных высокопроизводительных методов разборки основных видов соединений, обеспечивающих высокую сохранность деталей; снижение трудоемкости разборочных работ на основе их механизации и автоматизации, включая применение промышленных роботов. Опыт передовых ремонтных предприятий показывает, что соблюдение технологии разборочных работ и применение эффективных СТО позволяет увеличить объем повторного использования подшипников на 15...20%, стандартного крепежа до 25%, кронштейнов до 10%, снизить затраты на ремонт автомобилей на 5...6%.

В настоящее время средний уровень механизации разборочных работ не превышает 20%, в том числе: разборки передних мостов – 15%; задних мостов – 17%; подразборки двигателей и коробок передач – 16%; окончательной разборки двигателей – 25%. коробок передач – 35%. Разборка соединений автомобиля механизирована менее чем на 60%. Дальнейшая механизация этих работ сдерживается недостаточной ремонтной технологичностью отдельных видов соединений. Она заключается в отсутствии демонтажных баз сопряжений, их ненадежности и недоступности, что препятствует применению специализированной разборочной оснастки. Затрудняет механизацию и наличие в автомобилях большого числа типоразмеров крепежных деталей. При разборке используют ручные машины с электрическим, пневматическим и гидравлическим приводом» [22].

Таблица 4 – Ведомость технологического оборудования по агрегатно-моторному участку

Поз.	Наименование оборудования	Модель	Количество	Габаритные размеры, мм	Площадь, м ²	
					Единицы	Общая
1	Стенд для обкатки двигателей	КИ-5520	1	4170x1560x1600	6,505	6,505
2	Персональный компьютер с принтером	-	1	-		
3	Стол компьютерный со стулом	-	1	600x800x900	0,480	0,480
4	Стенд для обкатки коробок передач	КС-2	1	2990x845x1000	2,527	2,527
5	Топливный бак	-	1	1250x300x1800	0,375	0,375
6	Установка для шлифовки фасок и торцов клапанов	P-186	1	550x430x300	0,237	0,237
7	Приспособление для шлифовки клапанных гнезд	P-176	1	312x238x72	0,074	0,074
8	Электрошкаф	-	1	300x600	0,180	0,180
9	Приспособление для притирки клапанов	P-177	1	360x180x80	0,065	0,065
10	Пресс электрогидравлический	P-338	1	470x200x860	0,094	0,094
11	Стенд для разборки-сборки и регулировки сцеплений	P-760	1	590x580x1030	0,342	0,342

Продолжение таблицы 4

Поз.	Наименование оборудования	Модель	Количество	Габаритные размеры, мм	Площадь, м ²	
					Единицы	Общая
12	Передвижная ванна для мойки мелких деталей	ОМ-1316	1	1050х500х100	0,525	0,525
13	Стенд для разборки-сборки двигателей	Р-776	1	1850х1050х1050	1,943	1,943
14	Плита для контроля плоскостности блока и головки блока цилиндров	-	1	1000х750х1000	0,750	0,750
15	Стол для контроля и сортировки деталей	-	1	2000х800х1050	1,600	1,600
16	Шкаф инструментальный	КО-390	1	710х600х1500	0,426	0,426
17	Реостат жидкостный	-	1	650х650х1500	0,423	0,423
18	Верстак слесарный	ВС-1	3	1200х800х900	0,960	2,880
19	Стеллаж для деталей	-	1	1000х500х2000	0,500	0,500
20	Верстак слесарный	-	1	600х800х900	0,480	0,480
21	Ларь для обтирочных материалов	-	1	400х510х800	0,204	0,204
22	Универсальные центры для проверки валов	-	1	1500х600х1200	0,900	0,900
23	Станок сверлильный настольный	Р-175М	1	550х330х680	0,182	0,182
24	Лабораторный сушильный шкаф	СНОЛ-35	1	610х665х960	0,406	0,406
25	Ларь для утиля	-	2	520х680х1150	0,354	0,708
26	Пресс напольный гидравлический, грузоподъемность 30 т.	ПП-30	1	700х1200х1800	0,840	0,840
27	Стенд для разборки-сборки пружинного энергоаккумулятора тормозной камеры автомобиля «КамАЗ»	С-1	1	380х370х580	0,141	0,141
28	Универсальный стенд для разборки, редукторов мостов и коробок передач	Р-600	1	1180х670х1000	0,791	0,791
29	Стенд для разборки-сборки передних и задних мостов грузовых автомобилей	2450	1	1095х780х1100	0,854	0,854
30	Маслостанция	-	1	660х400х1400	0,246	0,246

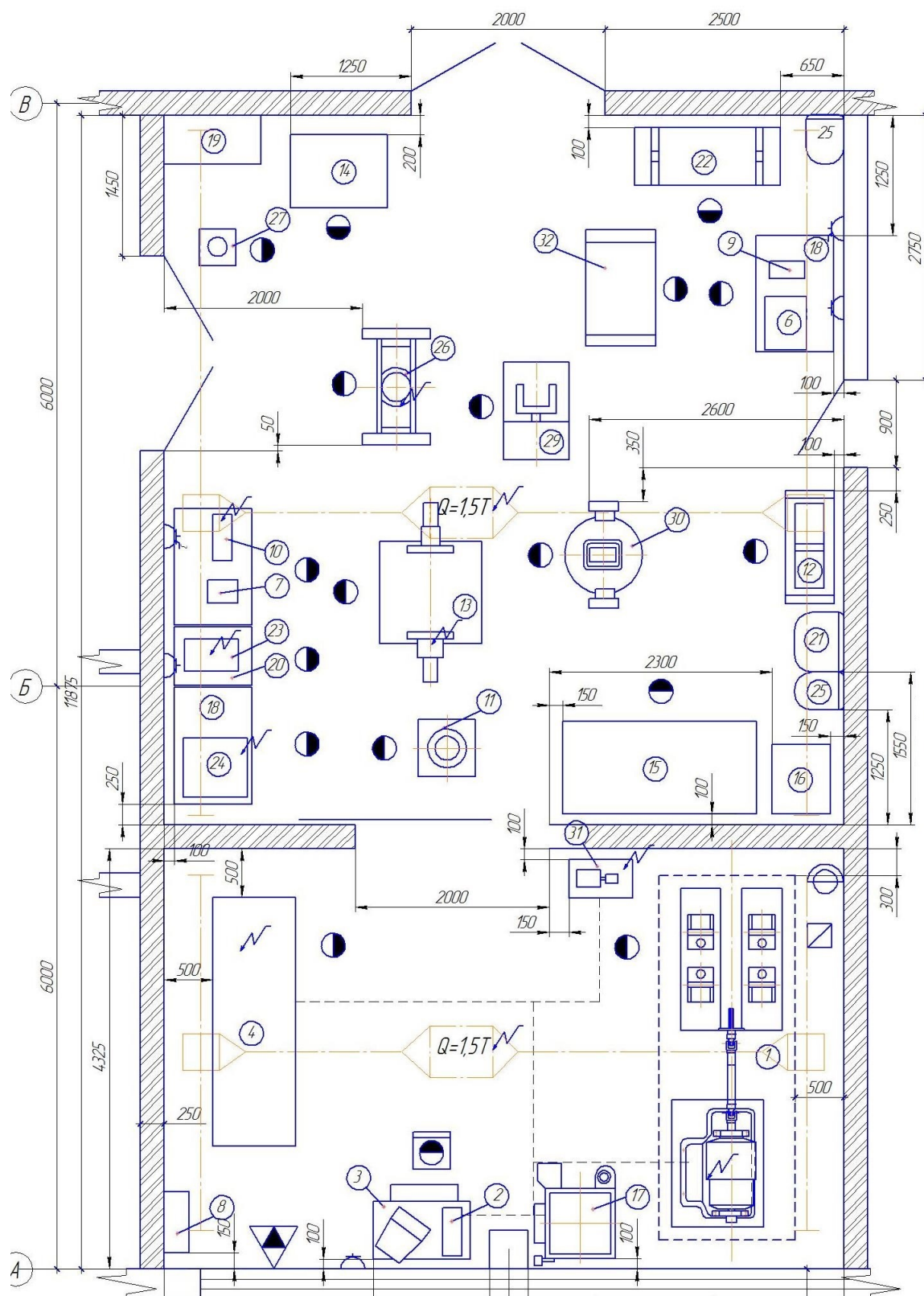


Рисунок 18 – Планировка агрегатно-моторного участка.

Определение производственной площади. Суммарная площадь оборудования составляет 25,678 м². Коэффициенты плотности для агрегатного и моторного участков должны быть 3,5...4,5 [16], принимаем 4.

$$F_y = f_{об} \cdot K_{об} = 25,678 \cdot 4 = 102,712 \text{ м}^2,$$

Предлагаемая планировка агрегатно-моторного участка показана на рисунке 18.

Следует отметить, что для эффективного ремонта ведущих мостов нужен стенд для разборки и сборки редуктора.

Необходимость применения стенда-кантователя для ремонта редукторов КАМАЗ заключается в следующем. 1. Работы по разборке, сборке и регулировке редукторов производятся минимум в трех положениях. 2. При работе на универсальном слесарном верстаке редуктор невозможно закрепить, что создает проблемы при больших моментах затяжки болтов. 3. Большие габариты редуктора создают неудобство при работе на верстаке (высоко располагаются точки затяжки). Как вариант, при отсутствии стенда слесари разбирают и собирают редукторы на полу, что опять неудобно – слишком низко и невозможно закрепить.

Поэтому предлагается использовать стенд-кантователь, который может обеспечить работу на удобной высоте и поворот в несколько положениях жестко закрепленного редуктора.

3.3 Стенд-кантователь редуктора КАМАЗ

Проведем анализ для стенда-кантователь редуктора КАМАЗ. При этом используем методику, описанную в книге В.С. Малкина «Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта» – Тольятти : Издательство ТГУ, 2016 [13].

«Достоверная оценка качества технологического оборудования может быть произведена только при учете всех групп показателей качества, что требует определенной формализации процесса оценки. Если единичные

показатели качества P_i могут быть выражены количественно, то их уровень может быть соотнесен со значением показателя, принятого за базу P_{i0} (обычно это показатель хорошо зарекомендовавшего себя оборудования, в полной мере соответствующего современным требованиям). Когда увеличение абсолютного значения единичного показателя качества приводит к улучшению качества оборудования, уровень показателя выражают отношением

$$Y_i = P_i / P_{i0}.$$

В противном случае, когда увеличение приводит к ухудшению качества, уровень качества выражают отношением

$$Y_i = P_{i0} / P_i.$$

Таким образом, улучшение качества всегда приводит к росту уровня качества по рассматриваемому показателю» [13].

«После проведения расчетов по всем анализируемым показателям можно составить циклограмму технического уровня оборудования путем откладывания в определенном масштабе значений уровней на линиях, проведенных из общей точки. На рисунке 19 в качестве условного примера приведена циклограмма определения технического уровня двух стендов для балансировки колес легковых автомобилей (стенда а и стенда б). На линии 1 отложены уровни показателя точности балансировки (г), на линии 2 – массы станка (кг) и т. д., на линии 8 – мощности, требуемой электродвигателем (кВт).

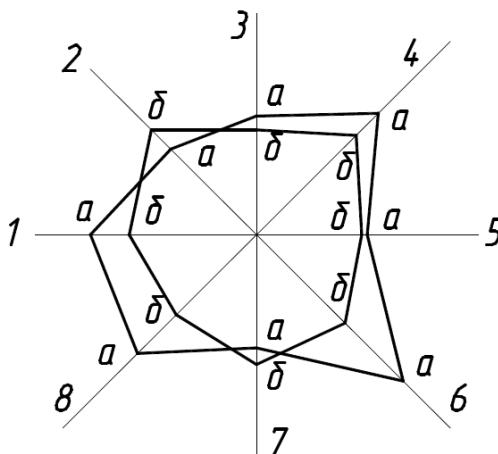


Рисунок 19 – Пример циклограммы технического уровня оборудования

Из построенной циклограммы видно, что стенд для балансировки колес модели *a* по шести показателям из восьми превосходит стенд модели *б* и имеет существенно большую общую площадь циклограммы. Следовательно, технический уровень стенда *a* выше технического уровня стенда *б*» [13].

«В некоторых случаях единичные показатели качества могут иметь ограничения по своей величине. Например, на станции технического обслуживания легковых автомобилей, масса которых практически для всех моделей более 1000 кг, предельное значение показателя грузоподъемности P_{III} можно принять равным 1000 кг. В таких случаях уровень качества по рассматриваемому показателю рассчитывают по формуле

$$Y_i = (P_i - P_{\text{III}}) / (P_{i0} - P_{\text{III}}).$$

Если технический уровень нужно оценивать только одним числом, комплекс единичных показателей сводят к обобщенному показателю.

Обобщенный комплексный показатель может быть образован для всего анализируемого изделия или только группы однородных показателей. Комплексный показатель должен превращаться в ноль, если какой-либо единичный показатель выходит за установленные предельные размеры, поскольку функционирование оборудования при таких значениях невозможно (применяют право «вето»). Уровень качества по комплексному

показателю определяется обычным образом по отношению показателей анализируемого и базового вариантов» [13].

Описанным способом проанализируем стенды, представленные на рисунке 20.



а



б



в



г

Рисунок 20 – Стенды для ремонта редукторов: а) Р-640; б) КДР250; в) Б252АМ-03; г) С 3000.

Поскольку стенды отличаются конструктивной простотой, принимаем решение изготовить стенд для ремонта редукторов КАМАЗ самостоятельно. За основу берем стенд КДР250. Особенность нашего стенда в простоте изготовления и применение в качестве деталей запасные части автомобилей КАМАЗ. Так, в качестве редуктора, который поворачивает кантователь,

используется регулировочный рычаг тормозного механизма заднего ведущего моста. В этот регулировочный рычаг встроен червячный механизм, который обеспечивает поворот при вращении винта за хвостовик квадратного сечения.

Выводы по разделу. В этом разделе рассмотрены вопросы организации ремонта мостов КАМАЗ. На основании разработанной технологии ремонта мостов произведен выбор оборудования и предложена планировка участка ремонта мостов КАМАЗ. Поскольку мосты КАМАЗ достаточно надежны и не требуют частого ремонта, предложено не выделять для ремонта ведущих мостов отдельное помещение, а разместить посты ремонта мостов на объединенном агрегатно-моторном участке. Рассмотрен порядок выбор оборудования для ремонта мостов и представлена разработка стенда-кантователя редуктора КАМАЗ.

Заключение

В данном проекте произведена разработка технологии ремонта ведущих мостов автомобилей КАМАЗ.

В первом разделе определены основные виды автомобилей КАМАЗ по колесным формулам, описаны разновидности мостов автомобилей КАМАЗ, дан обзор конструкции ведущих мостов. Определено, что по виду главной передачи они делятся на двойную центральную и разнесенную с бортовыми планетарными редукторами.

Исходя из конструкции мостов, перечислены их возможные неисправности и описан порядок диагностирования мостов автомобилей КАМАЗ. Отмечено, что важный элемент диагностирования – тестовая поездка.

Во втором разделе разработана технология ремонта ведущих мостов КАМАЗ. При разработке технологии ремонта редукторов КАМАЗ рассматривались только мосты отечественного производства, поскольку доля зарубежных мостов снижается.

Разработаны технологические карты замены мостов и редукторов КАМАЗ, а также ремонта редуктора заднего ведущего моста. Отмечено, что при локализации неисправности, в некоторых случаях не обязательно выкатывать полностью мост. При уверенности, что неисправность именно в центральном редукторе, достаточно демонтировать с автомобиля только его.

Для обеспечения качества сборки редуктора отмечается важность правильной регулировки зацепления конических шестерен и предварительного натяга конических подшипников – в установке ведущей и ведомой конических шестерен главной передачи и в установке межколесного дифференциала.

В третьем разделе рассмотрены вопросы организации ремонта мостов КАМАЗ.

На основании разработанной технологии ремонта мостов произведен выбор оборудования и предложена планировка участка ремонта мостов КАМАЗ. Поскольку мосты КАМАЗ достаточно надежны и не требуют частого ремонта, предложено не выделять для ремонта ведущих мостов отдельное помещение, а разместить посты ремонта мостов на объединенном агрегатно-моторном участке. Рассмотрен порядок выбор оборудования для ремонта мостов и представлена разработка стенда-кантователя редуктора КАМАЗ.

То есть задачи, поставленные в начале проекта, полностью выполнены. Надо отметить практическую значимость сделанной работы, поскольку качественный ремонт автомобилей КАМАЗ, внедренный на автотранспортных и авторемонтных предприятиях, снизит простои автомобилей и повысит эффективность перевозок.

Список используемых источников

1. Автомобили КамАЗ-5320 и Урал-4320: Учебное пособие / В.И. Медведков, С.Т. Билык, И.П. Чайковский и др.— М.: ДОСААФ, 1981.— 334 с.
2. Автомобили КамАЗ. Руководство по эксплуатации. М.: «Машиностроение», 1986 – 380 с.
3. Бондаренко Е.В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е. В. Бондаренко, Р.С. Фаскиев. — М. : Издательский центр «Академия», 2011. — 304 с.
4. ГОСТ 15.016-2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению
5. ГОСТ 3.1407-86 ЕСКД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки
6. ГОСТ Р 2.601-2019 ЕСКД. Эксплуатационные документы
7. ГОСТ Р 2.610-2019 ЕСКД. Правила выполнения эксплуатационных документов
8. Ельцов В.В. Восстановление и упрочнение деталей машин : электронное учеб. пособие / В.В. Ельцов. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2015.
9. Епишкин В.Е. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профили «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Автомобили и автомобильный сервис») / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. - Тольятти : ТГУ, 2018. – 199 с.
10. Зорин В.А. Основы технологии производства и ремонта машин: метод. указан. к курсовой работе по курсу «Основы технологии производства

и ремонта» / В.А. Зорин, А.Ф. Синельников, Е.А. Косенко. – М.: МАДИ, 2017. – 104 с.

11. Карагодин В. И. Ремонт автомобилей и двигателей : учеб. Пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В. И. Карагодин, Н. Н. Митрохин. — 6-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2009. — 496 с.

12. Малкин В. С. Техническая эксплуатация автомобилей : Теоретические и практические аспекты : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. С. Малкин. - Гриф УМО. - Москва : Академия, 2007. – 288 с.

13. Малкин В. С. Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : электрон. учеб. пособие . - Тольятти : ТГУ, 2016. - 451 с.

14. Малкин В.С. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2019 – 62 с.

15. Мураткин Г.В. Основы восстановления деталей и ремонт автомобилей. В 2 ч. Ч. 2. Технологические процессы восстановления деталей и ремонта автомобилей : учебное пособие / Г.В. Мураткин, В.С. Малкин, В.Г. Доронкин ; под ред. Г.В. Мураткина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2012. – 263 с. : пер.

16. 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.

17. Петросов В. В. Ремонт автомобилей и двигателей : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В. В. Петросов. – 4-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 224 с.

18. Ремонт автомобилей КамАЗ / Б. А. Титунин, Н. Г. Старостин, В. М. Мушниченко. — Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 288 с.

19. Руководство по организации и технологии текущего ремонта автомобиля КамАЗ-5320 (постовые работы по замене основных агрегатов)

Утверждено Министерством автомобильного транспорта РСФСР 16.08 1976 г. / Центральное проектно-технологическое бюро по внедрению новой техники и научно-исследовательских работ на автомобильном транспорте (Центравтотех). – М.: Транспорт, 1980. – 88 с.

20. Руководство по ремонту и эксплуатации автомобилей КамАЗ-5320, 5410, 55102, 55111, 53212, 53211, 53213, 54112, 43114, 43118, 65111, 53228, 44108, 43115, 65115, 6540, 53229, 4326, 53215, 54115. М.: РусьАвтокнига 2004 – 314 с.

21. Скутнев, В.М. Основы конструирования и расчета автомобиля : учеб. пособие / В.М. Скутнев. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2012. – 295 с.

22. Штефан Ю.В. Проектирование современного технологического оборудования: курс лекций / Ю.В. Штефан, В.А. Зорин, А.Ф. Синельников. – М.: МАДИ, 2018. – 120 с.