

ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ



Институт металлургии и промышленной инженерии

Кафедра «Транспортная техника»

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Заведующий кафедрой  
транспортной техники  
доктор технических наук

\_\_\_\_\_ Машеков С.А.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020г.

## ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Проектирование грузового автомобиля повышенной грузоподъемности с разработкой в специальной части тормозной системы»

по специальности: 5В071300 - Транспорт, транспортная техника и технологии

Выполнил

Чиканова О.В.

Рецензент

Кандидат технических наук

\_\_\_\_\_ Есенгалиев М.Н.

Научный руководитель

Кандидат технических наук

\_\_\_\_\_ Кульгильдинов Б.М.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020г.

Алматы 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ



Институт металлургии и промышленной инженерии

Кафедра «Транспортная техника»

Чиканова Ольга Валерьевна

Проектирование грузового автомобиля повышенной грузоподъемности с  
разработкой в специальной части тормозной системы

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

Специальность 5В071300 – Транспорт, транспортная техника и технологии

Алматы 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ



Институт металлургии и промышленной инженерии

Кафедра «Транспортная техника»

5B071300 – Транспорт, транспортная техника и технологии

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
транспортной техники  
доктор технических наук

Машеков С.А.

« »

2020 г.

### **ЗАДАНИЕ**

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся: Чикановой Ольге Валерьевне

Тема: Проектирование грузового автомобиля повышенной грузоподъемности с разработкой в специальной части тормозной системы

Утверждена приказом Ректора Университета № 762-б от “27” января 2020г.

Срок сдачи законченной работы “27” мая 2020г.

Исходные данные к дипломной работе: Существующая конструкция тормозной системы.

Краткое содержание дипломной работы:

*а) анализ конструкции автомобиля Камаз 6520;*

*б) обзор и анализ патентной информации по проектируемой конструкции автомобиля;*

*в) расчет тормозной системы.*

Перечень графического материала: общий вид КАМАЗ 6520 – 1 лист формата А1, Тормозная система – 1 лист формата А1, сборочный чертеж – 1 лист формата А1, патент – 1 лист формата А1, детализировка - 1 лист формата А1.

Рекомендуемая основная литература: *из 7 наименований*

**ГРАФИК**  
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
Общая часть	Февраль	
Специальная часть	Март–Апрель	

**Подписи**

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу  
с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Общая часть	Кульгильдинов Б.М., кандидат технических наук		
Специальная труда	Кульгильдинов Б.М., кандидат технических наук		
Нормоконтролер	Козбагаров Р.А., кандидат технических наук, доцент		

Научный руководитель \_\_\_\_\_ Кульгильдинов Б.М.

Задание принял к исполнению обучающийся \_\_\_\_\_ Чиканова О.В.

Дата " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 г.

## АННОТАЦИЯ

В дипломной работе рассмотрена и модернизирована тормозная система грузового автомобиля повышенной грузоподъемности. Произведен аналитический обзор тормозной системы, литературно-патентный анализ, выбор и обоснование проектно-конструкторских решений, сделаны расчеты основных параметров тормозной системы КАМАЗ 6520, распределения тормозных сил определен тепловой расчет тормозного механизма автомобиля.

Данная дипломная работа содержит: страниц -51, рисунков - 16, чертежей формата А1- 5, библиография - 7 наименований.

## АҢДАТПА

Дипломдық жұмыста жүк көтергіштігі жоғары жүк автомобилінің тежегіш жүйесі қарастырылды және жаңғыртылды. Тежеуіш жүйесіне талдау, әдеби-патенттік талдау, жобалау-конструкторлық шешімдерді таңдау және негіздеу жүргізілді, КАМАЗ 6520 тежеуіш жүйесінің негізгі параметрлерін есептеу жасалды, тежеуіш күштерді бөлу автомобильдің тежеуіш механизмінің жылу есебі анықталды.

Бұл дипломдық жұмыста: бет - 51, сурет - 16, А1 - 5 форматты сызбалар, библиография -7 атаудан тұрады.

## **ANNOTATION**

In the diploma work, the brake system of a truck with increased load capacity is considered and modernized. An analytical review of the brake system, literature and patent analysis, selection and justification of design solutions, calculations of the main parameters of the brake system KAMAZ 6520, the distribution of brake forces, the thermal calculation of the vehicle's brake mechanism.

This thesis contains: pages -51, drawings-16, drawings in A1 - 5 format, bibliography-7 titles.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	9
1 Анализ конструкции автомобиля КАМАЗ 6520.....	10
1.1 Краткая характеристика автомобиля.....	10
1.2 Требования к тормозной системе автомобиля.....	13
1.3 Тормозная система автомобиля КАМАЗ-6520.....	14
1.4 Техническое обслуживание тормозов с пневматическим приводом.....	26
2 Обзор и анализ патентной информации по проектируемой конструкции автомобиля.....	29
2.1 Цель анализ патентной информации по проектируемой конструкции автомобиля.....	29
2.2 Патентное обсуждения.....	29
2.3 Выводы по разделу.....	38
3 Расчет тормозной системы.....	40
3.1 Расчет параметров тормозной системы.....	40
3.2 Оптимальное распределение тормозных сил.....	45
3.3 Тепловой расчет тормозного механизма автомобиля.....	47
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	50
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	51



## ВВЕДЕНИЕ

К тормозному управлению автомобиля служащему для замедления его движения вплоть до полной остановки и удержания на месте на стоянке, предъявляются повышенные требования, так как тормозное управление является важнейшим средством обеспечения активной безопасности автомобиля. Требования к тормозным системам регламентированы ГОСТ 22895-77 и международными правилами (Правила № 13 ЕЭК ООН).

Требования к тормозным системам следующие: минимальный тормозной путь или максимальное установившееся замедление в соответствии с требованиями ГОСТ 22895 - 77 для пассажирских автомобилей категорий М1, М2, М3 и грузовых автомобилей категорий N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> в зависимости от типа испытаний (ноль; I; II); сохранение устойчивости при торможении (критериями устойчивости служат линейное отклонение, угловое отклонение, угол складывания автопоезда); стабильность тормозных свойств при неоднократных торможениях; минимальное время срабатывания тормозного привода; силовое следящее действие тормозного привода, т. е. пропорциональность между усилием на педали и приводным моментом; малая работа управления тормозными системами - усилие на тормозной педали в зависимости от назначения автотранспортного средства должно лежать в пределах 500...700 Н (нижний предел для легковых автомобилей); ход тормозной педали 80... 180 мм; отсутствие органолептических явлений (слуховых, обонятельных); надежность всех элементов тормозных систем; основные элементы (тормозная педаль и ее крепление, главный тормозной цилиндр, тормозной кран и др.) должны иметь гарантированную прочность, не должны выходить из строя на протяжении гарантированного ресурса; должна быть также предусмотрена сигнализация, оповещающая водителя о неисправности тормозной системы

В соответствии с ГОСТ 22895-77 тормозное управление должно включать следующие тормозные системы:

- рабочую;
- запасную;
- стояночную;

## 1 Анализ конструкции автомобиля Камаз 6520

### 1.1 Краткая характеристика автомобиля

Самосвал КАМАЗ 6520 предназначен для перевозки различных сыпучих строительных и промышленных грузов, кабина самосвала 6520 цельнометаллическая, наклоняемая, трёхместная, расположена над двигателем, имеет шумо и термоизоляцию (рисунок 1). Платформа - цельнометаллическая с наклонным передним бортом, коробчатого типа, защищённая козырьком, закрывающим пространство между кабиной и платформой, имеет задний борт.



Рисунок 1 - Общий вид КАМАЗ 6520

Группа компаний КАМАЗ всегда была известна производством тяжелых грузовиков. Она занимает одиннадцатое место в рейтинге мировых производителей, так же компании принадлежит восьмое место рейтинга производителей дизельных двигателей. Производственная мощность корпорации равна примерно 71 000 грузовых автомобилей в год, 60 000 тысячам различных агрегатов и 1,5 000 автобусов. Модельный ряд группы компаний широко разнообразен. С конвейера заводов сходят грузовики различной спецификации, проходимости и грузоподъемности. Одним из видов грузового автомобиля является КАМАЗ 6520-041 Евро-3.

Технические характеристики данной модели глубоко продуманы и проработаны. КАМАЗ 6520-041 Евро-3 является универсальной моделью. Ее производство направлено на экспортирование в страны, принадлежащие ближнему зарубежью. Это Украина, Казахстан и Афганистан, список можно

продолжать и другими странами. Самосвал имеет единый стиль исполнения. Он окрашен в желтый цвет. Данная модель имеет кабину, оснащенную спальным местом. Спальник довольно комфортабелен для водителей. Так же в кабине имеется правое и среднее пассажирское сиденье. Самосвал КАМАЗ 6520-041 Евро-3 имеет прямоугольную форму кузова, заднюю разгрузку. Она происходит при помощи специального гидроцилиндра, он установлен за кабиной и располагается на механизме подрамника. Ярким преимуществом КАМАЗА 6520-041 Евро-3 можно считать сравнительно большой объем кузова. Его вместимость равна двадцати кубическим метрам. Самосвал предназначен для работы на различных стройках, карьерах. Так же КАМАЗ применяют в дальних рейсах, используют для перевозок в отдаленную местность, в общем, самосвал предназначен для перевозок, которые могут потребовать ночлега в дороге. Комфортность ночного сна в салоне проверена и подтверждена. Грузоподъемность кузова равна двадцати тоннам. КАМАЗ 6520-041 Евро-3 предназначается для перевозок груза сыпучего типа, грунта. При его помощи происходит транспортировка строительного мусора или песка.

Самосвал КАМАЗ 6520-041 Евро-3 знаменит использованием подогрева самосвальной платформы. Данную функцию так же можно назвать отличительной особенностью данной модели. Использование подогрева дает возможность отправлять грузовик в рейсы на большое расстояние, в места с довольно суровым климатом, низкими температурами, резкими перепадами. Так же подогрев самосвальной платформы позволяет добиться облегченной разгрузки автомобиля. Это происходит за счет того, что налипание грунта к самой самосвальной платформе не происходит.

Самосвал имеет еще ряд других характерных особенностей. На данный автомобиль устанавливаются ведущие мосты, которые оснащены колесными редукторами, а так же разгруженными полуосями. В дополнении ко всему следует отметить, что работа самосвала происходит благодаря дизельному двигателю, который имеет четыре цилиндра. Модель оснащена турбонаддувом КАМАЗ 740.510, который имеет отечественное производство. Мощность двигателя равна трёмстам двадцати лошадиным силам. Данная величина соответствует стандарту ЕВРО III. Коробка передач модели ZF 16 имеет механический тип. Число шестнадцать обозначает численность ступеней коробки. Так же КАМАЗ 6520-041 Евро-3 оснащен гидроусилителем рулевого управления RBL. Все автомобили данной модели имеют в комплектации антиблокировочную систему АБС или ABS, которая расположена в приводе тормозов. Данная система разработана и установлена при соблюдении необходимых правил и технологий, она полностью соответствует нормам безопасности, которые должны выполняться на дорогах. Объем топливного бака самосвала КАМАЗ 6520-041 Евро-3 равен трёмстам пятидесяти литрам. Как уже говорилось выше, автомобиль дизельный. Колесная формула автомобиля имеет характеристики 6\*4. Это обозначает, что КАМАЗ 6520-041 Евро-3 имеет всего шесть колес,

количество ведущих равно четырем. Кузов, как и платформенная система, оснащен подогревом. Для надежной работы трансмиссия модели оснащена межколесной и межосевой блокировкой. В качестве дополнительной функции у самосвала можно считать предпусковой подогреватель.

КАМАЗ 6520 является аналогом модели КАМАЗА 6520-029. Различия заключаются именно в наличии комфортного спального места. Все системы грузовика собираются из качественных деталей, производители дают гарантию на свои автомобили. Любая поломка легко подвергается ремонту, а автозапчасти доступны. Покупателями данного транспорта в основном являются организации, деятельность которых связана с тяжелыми перевозками, так же это строительные организации. Стоимость КАМАЗА 6520-041 Евро-3 определяется в соответствии с его характеристиками и относительно принадлежности к грузовому классу. Самосвал КАМАЗ 6520-041 Евро-3 имеет длительный срок службы и высокую степень проходимости.

Одним словом, КАМАЗ 6520-041 Евро-3 – это грузовой самосвал с высокой степенью надежности, отличными техническими и рабочими характеристиками, комфортной кабиной, большим количеством дополнительных функций. Работа на данном грузовике, в принципе, не требует от водителя никаких специальных навыков. Все требования предъявляются относительно грузовой категории. Новичкам грузового транспорта изначально будет довольно сложно управляться с этим тяжелым автомобилем, но позднее, навыки приобретутся.

#### Технические характеристики самосвала КАМАЗ 6520:

##### Весовые параметры и нагрузки, а/м

Снаряженная масса а/м, кг	12950
Снаряженная масса а/м, нагрузка на переднюю ось, кг	5230
Снаряженная масса а/м, нагрузка на заднюю тележку, кг	7720
Грузоподъемность а/м, кг	14400 (20000*)
Полная масса, кг	27500 (33100*)
Полная масса а/м, нагрузка на переднюю ось, кг	7500 (7500*)
Полная масса а/м, нагрузка на заднюю тележку, кг	20000 (25600*)

##### Двигатель

Модель	740.51-320 (Евро-2)
Номинальная мощность, нетто, кВт(л.с.) / при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	220 (300) / 2200
Номинальная мощность, брутто, кВт(л.с.) / при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	235 (320) / 2200
Максимальный крутящий момент, нетто, Нм(кгсм) / при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	1255 (128) / 1300-1500

Расположение и число цилиндров	V-образное, 8
Рабочий объём, л	11,76
Диаметр цилиндра и ход поршня, мм	120/130
Сцепление	
Тормозная система	
Привод	пневматический
Диаметр барабана, мм	420
Ширина тормозных накладок, мм	180
Суммарная площадь тормозных накладок, кв.см	7200

## 1.2 Требования к тормозной системе автомобиля:

- 1) сохранение устойчивости при торможении;
- 2) минимальный тормозной путь;
- 3) стабильность тормозных свойств при неоднократном торможении;
- 4) малое усилие тормозной педали;
- 5) пропорциональность между усилием на педаль и приводным моментом;
- 6) отсутствие органолептических явлений;
- 7) надежность всех элементов тормозной системы.

Кроме этого элементы тормозной системы должны иметь гарантированную прочность, не выходить из строя в течение гарантированного срока службы, а также в системе торможения должна быть предусмотрена специальная сигнализация, оповещающая водителя о неисправности системы.

При эксплуатации автомобиля и тормозной системы необходимо соблюдать следующие правила:

- 1) после установки новых тормозных колодок необходимо воздержаться от полного торможения на протяжении первых 200 км пробега;
- 2) каждый раз после прохождения автомобиля по луже и перед стоянкой необходимо просушить тормоза в движении, нажав несколько раз на педаль торможения;
- 3) если при прохождении поворота наблюдается изменение хода педали тормоза, необходимо проверить бой внешнего диаметра тормоза и в случае необходимости заменить тормозной диск;
- 4) при выполнении очистки тормозной системы необходимо избегать вдыхания тормозной пыли, поскольку эта пыль очень вредна для здоровья;
- 5) перед проведением технического обслуживания тормозной системы необходимо очистить каждый ее элемент от грязи.

Кроме этого необходимо помнить, что на мокрой дороге, а также в зимнее время под воздействием соли и песка тормозные диски могут сильно загрязняться, что, в свою очередь, снижает эффективность торможения.

Рабочая тормозная система применяется при всех режимах движения автомобиля для снижения скорости до полной остановки. Рабочая тормозная система приводится в действие усилием, прикладываемым к педали ножного тормоза. Эта система обладает наибольшей эффективностью по сравнению с другими видами тормозных систем.

Запасная тормозная система предназначена для остановки автомобиля в том случае, когда рабочая тормозная система не функционирует. Запасная тормозная система обладает немного меньшим тормозящим действием, чем рабочая система. Функции запасной тормозящей системы, как правило, выполняет исправная часть рабочей тормозной системы либо полностью стояночная система.

Стояночная тормозная система предназначена для удержания на месте остановленного автомобиля. Стояночная система исключает самопроизвольное движение автомобиля. Управление системой стояночного торможения осуществляется при помощи рычага ручного тормоза. Вспомогательная тормозная система является обязательной для автобусов, полная масса которых превышает 5 тонн, а также для грузовых автомобилей полной массой более 12 тонн. Вспомогательная система предназначена для торможения на длительных спусках. Эта система должна сохранять скорость автомобиля до 30 км/ч на спуске с уклоном не более 7% на протяжении не менее 6 км. На некоторых автомобилях роль вспомогательной тормозной системы играет двигатель, выпускной трубопровод которого перекрывается специальной заслонкой. Кроме этого в ряде случаев замедление движения может осуществляться при переводе двигателя в компенсационный режим. Тормозные механизмы препятствуют вращению колес, в результате этого между колесами автомобиля и дорожным покрытием появляется тормозная сила, останавливающая транспортное средство. Тормозные механизмы размещаются на передних и задних колесах. Тормозной привод передает усилие от тормозной педали на тормозные механизмы. Тормозной привод может быть механическим, гидравлическим и пневматическим. Механический привод в качестве привода рабочей тормозной системы в настоящее время не применяется. Гидропривод применяется на всех легковых и грузовых автомобилях, полная масса которых не превышает 7,5 тонны, на автомобилях большей массы гидропривод тормозной системы применяется в сочетании с пневматическим приводом.

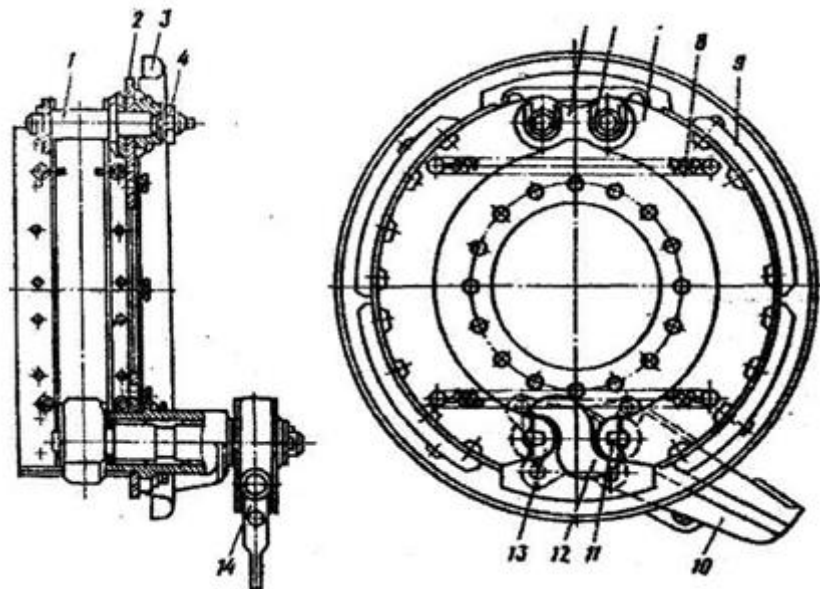
### 1.3 Тормозная система автомобиля КАМАЗ-6520

На автомобиле КАМАЗ-6520 установлены четыре тормозные системы - рабочая, стояночная, запасная и вспомогательная (рисунок 2). Кроме того,

автомобиль имеет систему аварийного растормаживания и приборы двухпроводного и однопроводного привода тормозных систем прицепов.

Рабочая тормозная система состоит из шести тормозных механизмов и пневматического привода.

Тормозные механизмы служат для создания искусственного сопротивления движению. На грузовых автомобилях применяются барабанные, колодочные тормозные механизмы с внутренним расположением колодок. Механизмы установлены во всех шести колесах.



1 - эксцентриковая ось; 2 - опорный диск; 3 - щиток; 4 - гайка оси; 3 - накладка осей; 6 - чека оси; 7 - колодка; 8 - стяжная пружина; 9 - накладка колодки; 10 - кронштейн; 11 - ось ролика; 12 - разжимной кулак; 13 - ролик; 14 - регулировочный рычаг

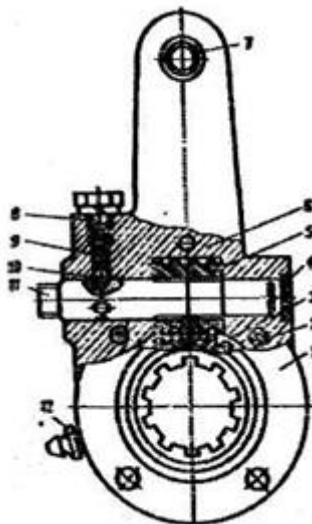
Рисунок 2 - Тормозной механизм автомобиля КамАЗ-4310:

Основные детали тормозного механизма: тормозной барабан, опорный диск 2 (рис. 2) две колодки 7 с фрикционными накладками 9, две эксцентриковые оси 1, четыре стяжных пружины 8, разжимной кулак 12 с валом, щиток 3, регулировочный рычаг 14.

Тормозной барабан отлит из чугуна, располагается на шпильках крепления колеса и фиксируется от осевого перемещения тремя винтами. Опорный диск (суппорт) штампованный, крепится вместе с цапфой к фланцу балки моста, а на переднем мосту - к корпусу поворотного кулака. К диску приклепан кронштейн осей колодок и крепится болтами кронштейн разжимного кулака. Тормозные колодки сварные, с двумя ребрами; фрикционные накладки, приклепанные к колодкам, имеют серповидную форму. Одним концом колодка опирается на эксцентриковую ось 1, на втором ее конце между ребрами расположен ролик, Оси колодок устанавливаются в кронштейне опорного диска и фиксируются гайками 4. Опорные шейки осей выполнены с эксцентриситетом, что позволяет перемещать концы колодок относительно барабана при регулировке тормоза,

На выступающих наружу торцах осей имеются метки, показывающие направление эксцентриситета.

Стяжные пружины возвращают колодки в исходное торможение после торможения. Разжимной кулак имеет образную форму. Вал кулака устанавливается в кронштейне на металлокерамических втулках и уплотняется резиновыми кольцами. Щиток 3 тормоза, прикрепленный болтами к опорному диску, защищает тормозной механизм от попадания грязи.



1 - крышка; 2 - заклёпка; 3 - шестерня; 4 - заглушка; 5 - червяк; 6 - корпус; 7 - втулка; 8 - болт фиксатора; 9 - пружина; 10 - шарик; 11 - валик червяка; 12 - маслѐнка

Рисунок 3 - Регулировочный рычаг:

Регулировочный рычаг (рисунок 3) служит для поворота вала разжимного кулака и для регулировки зазора между накладками колодок и тормозным барабаном. Рычаг установлен на шлицах вала разжимного кулака. Он состоит из корпуса 6 с боковыми крышками, червяка 5 с валиком 11, червячной шестерней 3, шарикового фиксатора со стопорным болтом 8. При повороте червяка находящаяся в зацеплении с ним червячная шестерня поворачивает вал разжимного кулака. Для смазки червячной пары в корпусе рычага имеется масленка 12.

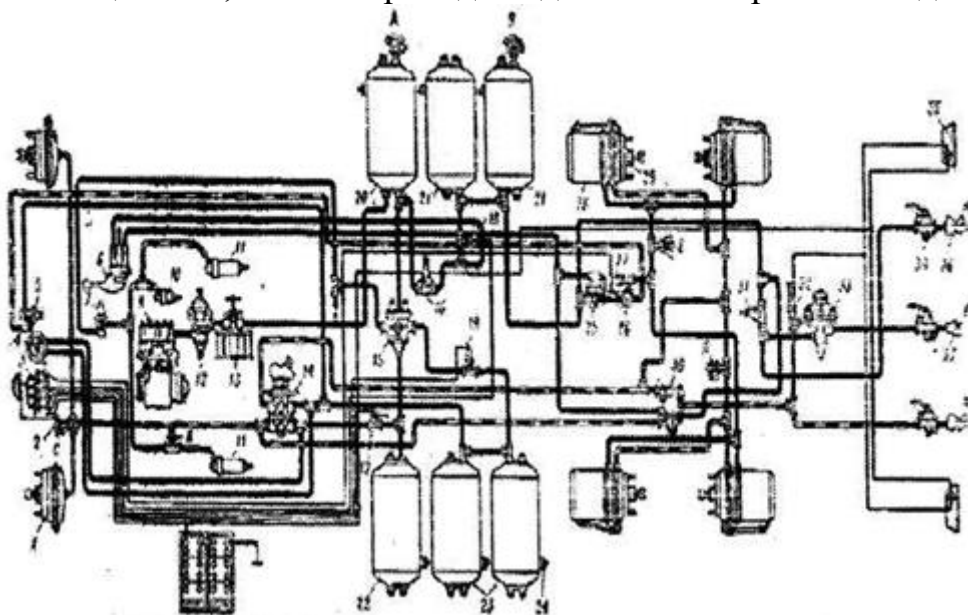
Регулировки тормозного механизма. В этом механизме выполняются две регулировки - частичная и полная.

Частичная регулировка производится в процессе эксплуатации и имеет целью восстановление нормального зазора между накладками колодок и тормозным барабаном. О необходимости регулировки судят по выходу штоков тормозных камер, который должен составлять при нажатии на тормозную педаль 20мм. Необходимую величину хода устанавливают с помощью червячной пары регулировочного рычага. При регулировке тормозной механизм должен быть холодным, стояночный тормоз отпущен, стопорный болт 8 ослаблен на один-два оборота и снова надежно затянут. Для получения одинаковой эффективности торможения правых и левых



колес выход штоков правых и левых тормозных камер на каждом мосту должен быть одинаков.

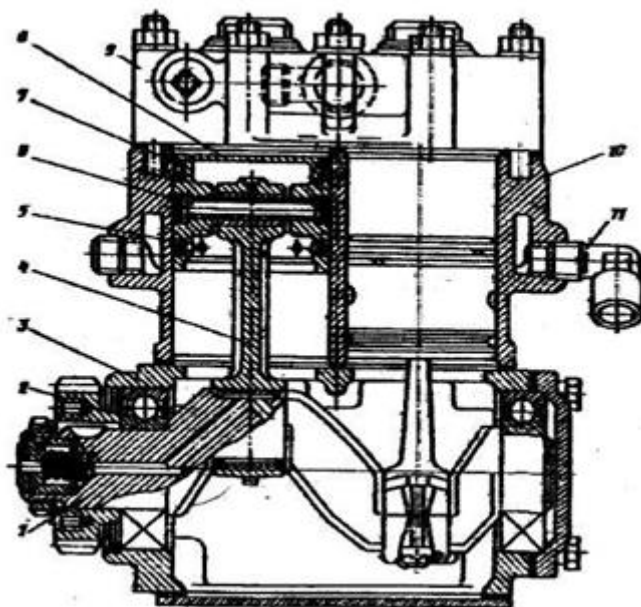
Полная регулировка производится после разборки тормозного механизма (замены накладок или колодок). Цель этой регулировки - правильно установить колодки относительно барабана. Она производится с помощью эксцентриковых осей колодок и регулировочного рычага. Механизм считается отрегулированным правильно, если зазор между накладкой и барабаном, замеренный щупом через люк в опорном диске на расстоянии 30 мм от края накладку в верхней и нижней частях находится в пределах 0,2... 0,4 мм, а щуп толщиной 0,1 мм не проходит вдоль всей ширины колодки.



1 - тормозная камера передних колес; 2- клапан контрольного вывода; 3 – контрольные лампы и зуммер; 4 - двухстрелочный манометр; 5 - кран аварийного растормаживания; 6 - кран управления стояночным тормозом; 7 - кран у правления вспомогательным тормозом; 8 -датчик включения электромагнитного клапан прицепа; 9 - компрессор; 10 - пневмоцилиндр привода рычага останова двигателя; 11 - пневмоцилиндр привода вспомогательного тормоза; 12 -регулятор давления; 13 - предохранитель против замерзания; 14 - двухсекционный тормозной кран; 15 - тройной защитный клапан; 16, 31 - пожарные защитные клапаны; 17, 18, 19 - датчики падения давления; 20 - конденсационный воздушный баллон; 21 - воздушные баллоны третьего контура; 22 - воздушный баллон первого контура.; 23 - воздушные баллону второго контура; 24 - кран слива конденсата; 25 - клапан ускорительный; 26 - двухмагистральный перепускной клапан; 27 - датчик включения стояночного тормоза; 28 - пружинный энергоаккумулятор; 29 - тормозная камера колес: заднего и промежуточного мостов; 30 - клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом; 32 -датчик включения сигнала торможения;

Рисунок 4 - Схема пневматического привода тормозных систем автомобиля КамАЗ-4310:

Привод рабочей тормозной системы предназначен для приведения в действие тормозных механизмов. Он является составной частью общей пневматической системы автомобиля (рисунок 4), в которую входят: система питания пневмопривода тормозов сжатым воздухом, контур привода тормозов колес передней оси, контур привода тормозов колес задней тележки, контур привода тормозов стояночной и запасной тормозных систем, контур привода вспомогательной тормозной системы и питания других потребителей, привод тормозов прицепа, контур привода системы аварийного растормаживания тормозов стояночной тормозной системы, а также система сигнализации и контроля за состоянием пневматической системы и ее частей. Система питания пневматического привода тормозов служит для создания давления сжатого воздуха, поддержание этого давления в заданных пределах и распределения сжатого воздуха между отдельными контурами управления тормозными системами. К системе питания сжатым воздухом относятся компрессор 9, регулятор давления 12, предохранитель против замерзания 13, конденсационный баллон 20.



1 - коленчатый вал; 2 - шестерня привода; 3 - картер; 4 - шатун; 5 - маслосъемное кольцо; 6 - палец поршня; 7 - компрессионное кольцо; 8 - поршень; 9 - головка цилиндра; 10-блок цилиндров; 11 -угольник подвода охлаждающей жидкости.

Рисунок 5 - Компрессор

Компрессор обеспечивает создание запаса воздуха в пневмосистеме. Компрессор (рисунок 5) поршневого типа, двухцилиндровый, одноступенчатого сжатия, установлен на переднем торце картера маховика и приводится в действие шестерней от блока распределительных шестерен. Система смазки и охлаждения компрессора подключены к соответствующим системам двигателя.

Основные части компрессора: картер 3, блок цилиндров 10, головка блока 9, кривошипно-шатунный механизм, два впускных клапана, два выпускных (нагнетательных) клапана.

Воздух в компрессор поступает через воздухоочиститель, впускной трубопровод и впускные пластинчатые клапана расположенные в блоке. Сжатый поршнями воздух вытесняется в воздушные баллоны через нагнетательные клапана, расположенные в головке блока. Компрессор работает совместно с регулятором давления.

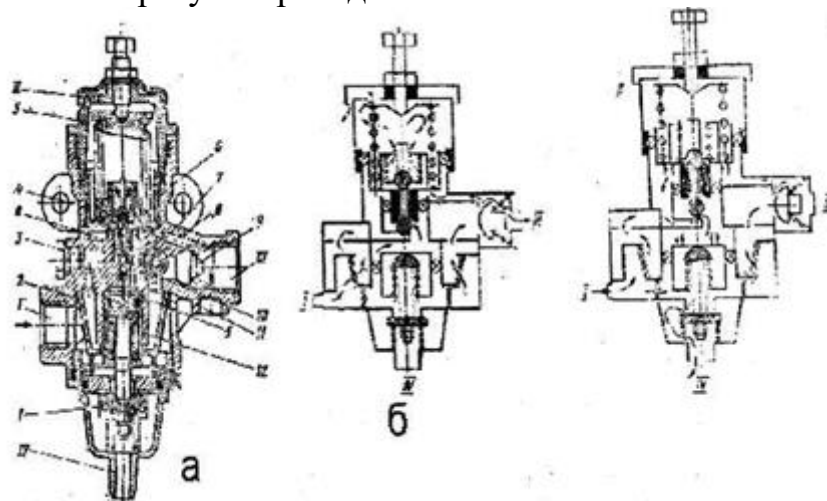


Рисунок 6 - Регулятор давления автомобиля КамАЗ-4310:

Регулятор давления. Регулятор давления поддерживает давление в пневмосистеме в пределах 620..750 кПа. Кроме того, регулятор выполняет функцию предохранительного клапана, от него производится отбор сжатого воздуха на посторонние нужды, он также очищает воздух от влаги и масла. Регулятор установлен на правом лонжероне рамы за кабиной.

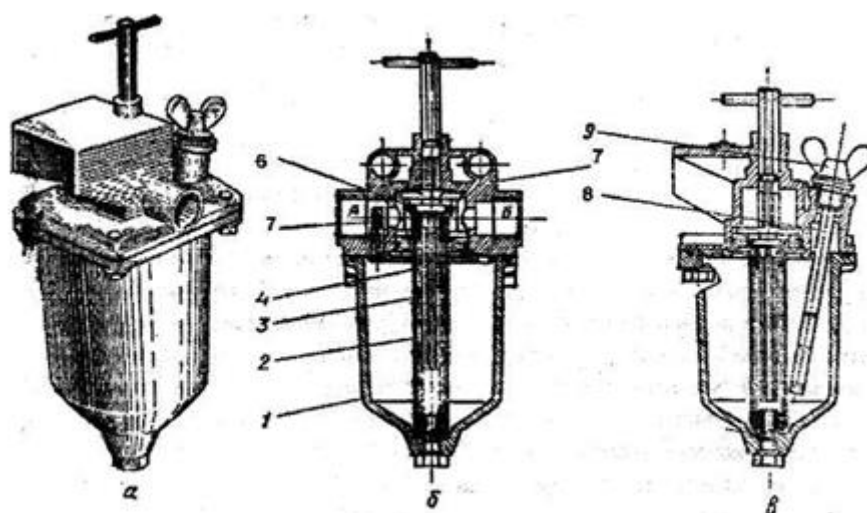
Основными частями регулятора (рисунок 6) являются корпус с нижней и верхней крышками, разгрузочный клапан 1 со штоком и пружиной; поршень 12 разгрузочного клапана, следящий поршень 6 с пружиной, впускной 10 и выпускной 4 клапан с пружиной, фильтр 2, обратный клапан 9, пробка 3 канала отбора воздуха.

При давлении в пневмосистеме менее 750 кПа сжатый воздух от компрессора через вывод 1 проходит фильтр 2, отжимает обратный клапан 9 и заполняет воздушные баллоны (вывод III). Одновременно сжатый воздух по каналу 7 поступает под следящий поршень 6. При достижении указанного давления поршень 6 приподнимается, выпускной клапан 4 закрывается, впускной клапан 10 открывается. Сжатый воздух проходит в полость «б» над разгрузочным поршнем 12, при этом поршень 12 опускается вниз и через шток открывает разгрузочный клапан 1. Воздух от компрессора без противодействия выходит в атмосферу (вывод IV) а обратный клапан 9 закрывается" сохраняя в системе запас сжатого воздуха. При открывании разгрузочного клапана 1 вместе с воздухом выходит скопившаяся в фильтре влага и масло. При падении давления в системе менее 620 кПа регулятор снова включает компрессор в работу, следящий поршень под действием

пружина опускается вниз, впускной клапан 10 закрывается, выпускной клапан 4 открывается, сжатый воздух из полости «б» под разгрузочным поршнем выходит в атмосферу (через вывод IV), разгрузочный клапан 1 закрывается.

Если при достижении давления 750 кПа регулятор не сработает, например, из-за загрязнения фильтра, засорения каналов и т.п., то при достижении давления 1000...1350 кПа разгрузочный клапан под действием давления воздуха отойдет от своего гнезда и сжатый воздух выйдет в атмосферу, т.е. регулятор давления выполнит роль предохранительного клапана.

Для подсоединения специальных устройств регулятор имеет вывод, закрытый пробкой 3. Кроме того, предусмотрен клапан отбора воздуха для накачки шин (канал 8), который закрыт колпачком 13.



а - общий вид; б - включенное положение; в - выключенное положение; 1 - стакан; 2 - шток; 3 - фитиль; 4 - пружина; 5 - жиклер; 6 -уплотнитель; 7 - корпус; 8 - измерительный стержень; 9 -пробка.

Рисунок 7 - Предохранитель от замерзания

Предохранитель от замерзания (рисунок 7) предназначен для предотвращения замерзания конденсата в трубопроводах и приборах привода. Предохранитель испарительного типа, в качестве рабочей жидкости используется этиловый технический спирт. Основными частями предохранителя являются корпус 7 с жиклером 5, стакан 1 с пробкой 9, шток 2, уплотнитель 6 и фитиль 3 из гигроскопического материала, надетый на пружину 4. Во включенном состоянии шток 2 находится в верхнем положении, уплотнитель 6 выведен из своего гнезда пружиной 4, а фитиль введен в воздушный канал корпуса. Сжатый воздух от компрессора поступает в канал А и уносит с фитиля пары спирта в пневмосистему. Одновременно часть сжатого воздуха через жиклер 5 и зазор между штоком и корпусом поступает в стакан. Протекая над поверхностью спирта, воздух насыщается

его парами о попавший в пневмосистему спирт поглощает из воздуха влагу, превращая ее в конденсат с низкой температурой замерзания.

В выключенном положении шток 2 и фитиль 3 утапливаются, уплотнитель 6 садится на свое гнездо и разобцает стакан от корпуса. Испарение спирта прекращается.

Жиклер 5 предназначен для выравнивания давления в стакане и канале корпуса. Заправка спирта производится через отверстие, закрываемое пробкой 9, в которой имеется указатель уровня 8.

Конденсационный баллон служит для образования и сбора конденсата из воздуха, подаваемого компрессором в пневмосистему. Теплый воздух от компрессора поступает в баллон, где вследствие перепада давления и температуры из него на стенках оседает конденсат, который затем собирается на дне баллона. Удаление конденсата производится через клапан, на баллоне имеется также клапан 2 контрольного вывода.

Привод непосредственно рабочей тормозной системы двухконтурный: первый контур приводит в действие тормозные механизмы передней оси, второй контур - механизмы задней тележки. К приводу относятся тройной защитный клапан 15, три воздушных баллона 22, и 22, тормозной клапан кран 14, две тормозные камеры 1 передней оси, четыре тормозные камеры 29 задней тележки, манометр 4, трубопроводы и шланги.

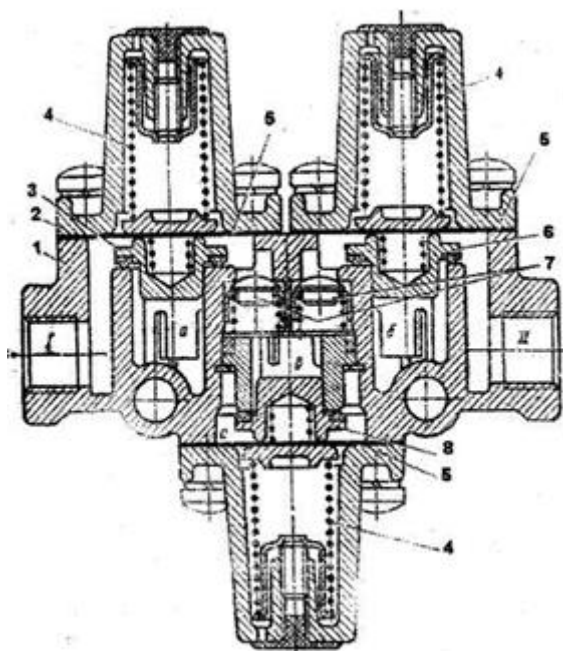


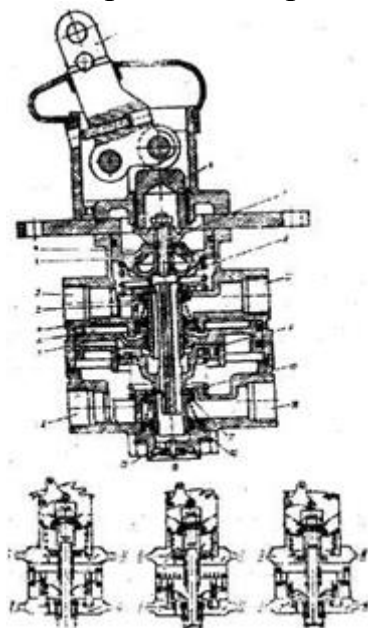
Рисунок 8 - Тройной защитный клапан

Тройной защитный клапан (рисунок 8) служит для разделения сжатого воздуха на два основных (первый и второй) и один дополнительный контуры и автоматического отключения одного из контуров в случае его повреждения. Клапан установлен внутри правого лонжерона рамы и состоит из корпуса 1 трех крышек 2, трех диафрагм 5, трех выпускных клапанов 3, 6, 8, двух перепускных клапанов 7. Сжатый воздух от конденсационного баллона через вывод корпуса поступает в полости «а» и «б» под клапанами 3

и 6. При достижении давления 520 кПа эти клапаны открываются. Сжатый воздух через выходы 1 и 11 поступает в воздушные баллоны первого и второго контура привода тормозных механизмов соответственно передней оси и задней тележки. Одновременно с началом наполнения баллонов открываются клапаны 7 и клапан 8, сжатый воздух проходит в дополнительный контур привода вспомогательной тормозной системы. В случае выхода из строя одного из контуров, клапан этого контура закрывается, отсоединяя неисправный контур от пневмосистемы. Перепускные клапаны позволяют использовать сжатый воздух из какого-либо основного контура (или из обоих) для приведения в действие приборов вспомогательной тормозной системы, не имеющей своих воздушных баллонов (при недостаточном давлении в питающей магистрали).

Воздушные баллоны служат для хранения запаса сжатого воздуха, установлены на кронштейнах рамы; баллон первого контура емкостью 20 л, два баллона второго контура общей емкостью 40 л. Все баллоны имеют клапаны для слива конденсата и датчики для сигнализации о падении давления.

Тормозной кран служит для подачи сжатого воздуха из воздушных баллонов в тормозные камеры автомобиля и для выпуска сжатого воздуха из тормозных камер в атмосферу пропорционально нажатию на педаль; кран также обеспечивает управление приводом тормозных механизмов прицепа.



а - устройство; б - отторможенное положение; в - положение при торможении.; г - положение при отсутствии воздуха в верхней секции; I, II - выходы в тормозные камеры передних и задних колес соответственно; III, IV - выходы в воздушные баллоны; 1 - ускорительный поршень; 2, 11 - клапаны; 3, 9 - следящие большой и малый ступенчатые поршни; 4 - упругий элемент; 5 - рычаг; 6 - толкатель; 7 - упорный болт; 8, 10 - пружины; 12 - толкатель; 13 - атмосферное окно.

Рисунок 9 - Тормозной кран автомобиля КамАЗ-6520

Тормозной кран (рисунок 9) двухсекционный, прямого действия, с плоскими резиновыми клапанами, установлен на кронштейне рамы. Привод крана механический, от тормозной педали. Основными деталями крана являются верхний и нижний корпус, опорный фланец и корпус рычага, ускорительный поршень 1, двойные верхний 2 и нижний 11 клапаны, большой 3 и малый 9 следящие ступенчатые поршни, упругий элемент 4, рычаг 5, толкатель 6, упорный болт 7, пружины 8 и 10 ступенчатый поршень, толкатель малого поршня 12. Выводы I и II крана соединены соответственно с тормозными камерами передних и задних колес; выводы III и IV-с воздушными баллонами соответственно первого и второго контура.

В исходном положении (при отпущенной тормозной педали) клапаны 2 и 11 под действием своих пружин закрыты, выводы I и II (а следовательно и тормозные камеры) соединены с атмосферой через окно 13, При нажатии на педаль усилие через систему тяг и рычагов передается на рычаг тормозного крана и далее через толкатель 6 и упругий элемент 4 следящему поршню 3. Последний, перемещаясь вниз, закрывает впускное отверстие клапана 2 и разобщает вывод II с атмосферой, а затем открывает клапан 2 от седла. Сжатый воздух от вывода III через открытый клапан 2 поступает к выводу II и далее в тормозные камеры задних колес. Одновременно сжатый воздух через отверстие «а» в корпусе проходит в полость над ускорительным поршнем 1 и перемещает его вниз. Поршень 1 воздействует на следящий поршень 9, который, сжимая свою пружину, 10 касается клапана 11 и тем самым разобщает вывод I от атмосферы. Затем поршень 9 открывает клапан 11, сжатый воздух поступает от вывода IV к выводу I и далее в тормозные камеры передних тормозных механизмов.

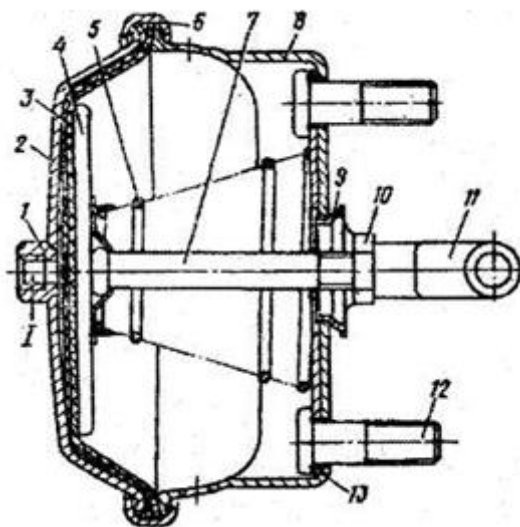
При отказе верхней секции крана нижняя секция управляется механически через упорный болт 7 и толкатель 12. Выход из строя нижней секции на работу верхней секции не влияет.

При отпуске тормозной педали рычаг крана под действием упругого элемента возвращается в исходное положение. Поршень 3, под действием своей пружины поднимается вверх, клапан 2 садится на свое гнездо. Доступ сжатого воздуха из воздушного баллона к выводу II прекращается. При дальнейшем перемещении поршня 3 вверх открывается выпускное окно и вывод II сообщается с атмосферой, давление в полости под ускорительным поршнем 1 падает, поршни 1 и 9 под действием пружины перемещаются вверх, клапан 11 закрывается и доступ воздуха из воздушного баллона к выводу I прекращается. При дальнейшем перемещении поршней 1 и 9 открывается выпускное окно и вывод I сообщается с атмосферой.

Тормозной кран обладает следящим действием. По мере нарастания давления воздуха в верхней секции следящий поршень 3 поднимается и впускной клапан 2 закрывается; в выводе II и тормозных камерах задних колес устанавливается давление, пропорциональное усилию на рычаге (а значит и на педали). Аналогично с нарастанием давления в выводе I

следящий поршень 9 вместе с поршнем 1 приподнимаются, впускной клапан 11 закрывается и в выводе 1 устанавливается давление, пропорциональное усилию на тормозной педали.

Тормозные камеры предназначены для преобразования давления сжатого воздуха в усилия, необходимые для приведения в действие тормозных механизмов. Камеры диафрагменного типа, крепятся к кронштейнам разжимных кулаков.



1 - штуцер; 2 - крышка; 3 - диафрагма; 4 - опорный диск; 5 - пружина; 6 - хомут; 7 - шток; 8 - корпус; 9 - кольцо; 10 - контргайка; 11 - вилка; 12 - болт; 13 - фланец.

Рисунок 10 - Тормозная камера передних колес автомобиля КамАЗ-6520

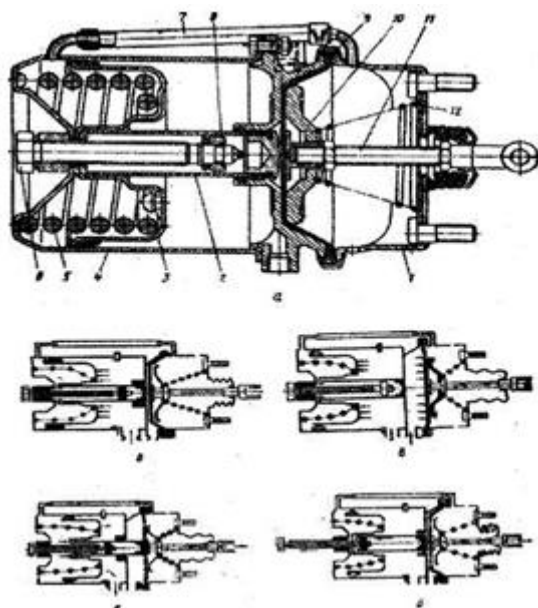
Тормозные камеры передних тормозных механизмов типа 24, цифра указывает на величину активной площади диафрагмы в квадратных дюймах. Камера состоит из корпуса 8 (рисунок 10) с крышкой 2, диафрагмы 3 с опорным диском 4 и штоком 7, возвратной пружины 5. Диафрагма зажата между корпусом и крышкой хомутом 6. При подаче сжатого воздуха через штуцер 1 диафрагма прогибается, воздействует на диск 4 и перемещает шток 7, который поворачивает регулировочный рычаг тормозного механизма.

Тормозные камеры колес задней тележки типа 24/24 с пружинными энергоаккумуляторами (рисунок 11) используются при включении рабочей стояночной и запасной тормозных систем. Основные детали этой камеры: корпус 1, фланец 9, диафрагма 10 с опорным диском 11, штоком 12 и пружиной 13.

При торможении рабочим тормозом сжатый воздух от тормозного крана подается в полость под диафрагмой 10. Диафрагма воздействует на шток 12, который приводит в действие тормозные механизмы колес. При выпуске воздуха детали возвращаются в исходное положение пружиной 13. Средствами контроля за состоянием рабочей тормозной системы является двухстрелочный манометр, датчик падения давления с сигнальными лампочками и зуммером, клапаны контрольного вывода.



Манометр расположен в кабине на щитке приборов и показывает давление в первом и втором контурах системы. Датчики падения давления установлены в воздушных баллонах и имеют нормально замкнутые контакты, которые размыкаются при давлении 480...520 кПа. Сигнальные лампочки расположены сверху на щитке приборов; зуммер, установленный в кабине, подключен параллельно сигнальным лампочкам. Клапаны контрольного вывода предназначены для присоединения к ним контрольно-измерительных приборов, а также для отбора сжатого воздуха; клапаны имеются в обоих контурах рабочей тормозной системы.



а - устройство; б - отторженое положение; в - положение при торможении рабочей тормозной системой; г - положение при торможении запасной тормозной системой; д - положение при механическом растормаживании; 1 - корпус камеры; 2 - толкатель; 3 - поршень; 4 - цилиндр энергоаккумулятора; 5 - силовая пружина; 6 - винт; 7 - дренажная трубка; 8-упорный подшипник; 9 - фланец; 10 -диафрагма; 11 - опорный диск; 12 -шток; 13 - возвратная пружина.

Рисунок 11 - Тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором

Работа привода. Сжатый воздух от компрессора 9 через регулятор 12 давления, предохранитель от замерзания 13 поступает в конденсационный баллон 20, откуда через тройной защитный клапан 15 заполняет воздушный баллон 22 первого контура и два баллона 23 второго контура. От баллонов 22 и 23 воздух подводится к тормозному крану 14.

При нажатии на педаль воздух из нижней секции тормозного крана поступает в тормозные камеры 1 передней оси; из верхней секции крана воздух подается в тормозные камеры 29, которые приводят в действие тормозные механизмы колес промежуточного и заднего мостов. Одновременно от обоих контуров по отдельным магистралям воздух поступает к клапану 30 управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом. При

отпуская воздух из тормозных камер автомобиля и из управляющих магистралей клапана управления тормозами прицепа через тормозной кран выходит в атмосферу.

#### 1.4 Техническое обслуживание тормозов с пневматическим приводом

Значение и сущность технического обслуживания и ремонта автомобилей, чтобы обеспечить работоспособность автомобиля в течение всего периода эксплуатации, необходимо периодически поддерживать его техническое состояние комплексом технических воздействий, которые в зависимости от назначения и характера можно разделить на две группы: воздействия, направленные на поддержание агрегатов, механизмов и узлов автомобиля в работоспособном состоянии в течение наибольшего периода эксплуатации; воздействия, направленные на восстановление утраченной работоспособности агрегатов, механизмов и узлов автомобиля.

Комплекс мероприятий первой группы составляет систему технического обслуживания и носит профилактический характер, а второй – систему восстановления (ремонта).

У нас в стране принята плано-предупредительная система технического обслуживания и ремонта автомобилей. Принципиальные основы плано-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта автомобилей установлены действующим Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта.

Возможные неисправности тормозной системы К неисправностям тормозов, возникающих в процессе эксплуатации автомобиля, относятся: слабое действие тормозов, не одновременность их действия, плохое растормаживание или заклинивание тормозных механизмов. Неэффективное действие тормоза исключает возможность своевременной остановки автомобиля при обычных условиях движения, а при сложной обстановке к дорожно-транспортным происшествиям. Неодновременность действия тормозов не позволяет своевременно и правильно остановить автомобиль, приводит его к заносу при торможении. Плохое растормаживание колес вызывает перегрев тормозных механизмов, быстрый износ тормозных накладок и, как следствие, заклинивание или слабое действие тормозов. Причиной слабого действия тормозов может быть не герметичность системы пневматического привода, нарушение регулировки привода и тормозных механизмов, износ или замасливание накладок тормозных колодок, недостаточное давление воздуха в пневматической системе тормозов. Неодновременность действия тормозов колес может быть вызвана нарушением регулировок привода или тормозных механизмов, заклинивание тяг, а так же засорением шлангов и трубопроводов. Заклинивание тормозов может быть из-за: поломки стяжных пружин или обрыва накладок тормозных колодок, заедание валиков разжимных кулаков и привода, неисправность

тормозных кранов. 2.3 Перечень выполняемых работ в объеме технического обслуживания для тормозов

Техническое обслуживание включает следующие виды работ: уборочно-моечные, контрольно-диагностические, крепежные, смазочные, заправочные, регулировочные, электротехническое и другие работы, выполняемые, как правило, без разборки агрегатов и снятия с автомобиля отдельных узлов и механизмов. Если при техническом обслуживании нельзя убедиться в полной исправности отдельных узлов, то их следует снимать с автомобиля для контроля на специальных стендах и приборах.

По периодичности, перечню и трудоемкости выполняемых работ техническое обслуживание согласно действующему Положению подразделяется на следующие виды: ежедневное (ЕО), первое (ТО-1), второе (ТО-2) и сезонное (СО) технические обслуживания.

Положением предусматривается два вида ремонта автомобилей и его агрегатов: текущий ремонт (ТР), выполняемый в автотранспортных предприятиях, и капитальный ремонт (КР), выполняемый на специализированных предприятиях.

Каждый вид технического обслуживания (ТО) включает строго установленный перечень (номенклатуру) работ (операций), которые должны быть выполнены. Эти операции делятся на две составные части контрольную и исполнительскую.

Контрольная часть (диагностическая) операций ТО является обязательной, а исполнительская часть выполняется по потребности. Это значительно сокращает материальные и трудовые затраты при ТО подвижного состава. Диагностика является частью технологического процесса технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР) автомобилей, обеспечивая получение исходной информации о техническом состоянии автомобиля. Диагностика автомобилей характеризуется назначением и местом в технологическом процессе технического обслуживания и ремонта.

Ежедневное техническое обслуживание (ЕО) выполняется ежедневно после возвращения автомобиля с линии в межсменное время и включает: контрольно-осмотровые работы по механизмам и системам, обеспечивающим безопасность движения, а также кузову, кабине, приборам освещения; уборочно-моечные и сушильно-обтирочные операция, а также дозаправку автомобиля топливом, маслом, сжатым воздухом и охлаждающей жидкостью. Мойка автомобиля осуществляется по потребности в зависимости от погодных, климатических условий и санитарных требований, а также от требований, предъявляемых к внешнему виду автомобиля.

Ежедневное обслуживание – проверка давления воздуха и герметичность пневматической системы, состояние шлангов пневматического привода, работы и одновременности действия тормозов, слив конденсата из воздушных баллонов. Оно включает в себя:– проверку шплинтовойки пальцев штока тормозных камер, величины свободного хода

тормозной педали, состояние и действие привода тормозного крана, состояние и действие привода стояночного и моторного тормозов; проверку крепления тормозного крана, воздушных баллонов, тормозных кранов, опор разжимных кулаков, деталей тормозного привода; снятие ступицы с тормозными барабанами и проверка состояния колодок, барабанов, стяжных пружин, опорных тормозных дисков, фрикционных накладок, регулировку тормозного привода и колесных тормозных механизмов. Сезонное обслуживание – снятие и передача в агрегатный участок тормозных кранов для проверки и регулировки, отсоединения головки компрессора, очистка поршней, клапанов, седел клапанов, воздушных клапанов, проверка герметичности клапанов и один раз в год воздушных баллонов на герметичность, состояние диафрагм камер, промывка антифризного насоса и влагопоглотителя. Ежедневно перед выездом нужно проверять уровень тормозной жидкости в бачке гидропривода тормозов, проверять герметичность рабочей тормозной системы путем проверки эффективности ее работы пробными торможениями на ходу, а также ход рычага стояночной тормозной системы и способность ее удерживать автомобиль на уклоне. При исправной тормозной системе полное торможение должно происходить после однократного нажатия на педаль примерно на половину ее хода, при этом водитель должен ощущать большое сопротивление к концу хода педали. Если сопротивление и торможение наступают при отжатии педали на большую величину, то это свидетельствует об увеличении зазора между тормозными барабанами и колодками. Если же сопротивление педали слабое, она пружинит и легко отжимается до пола, а полного торможения не происходит или происходит после нескольких последовательных нажатий, это означает, что в систему проник воздух. В этом случае надо немедленно определить и устранить причины попадания в систему воздуха, поскольку даже малейшее нарушение герметичности может привести к опасным последствиям при необходимости резкого торможения. Растормаживание должно происходить быстро и полностью, что определяется по накату автомобиля после отпускания педали тормоза. После первых 2000 км пробега, а затем через каждые 10 000...15 000 км надо проверять: герметичность системы, состояние трубопроводов, шлангов и соединений; эффективность работы тормозных механизмов колес; состояние колодок тормозных механизмов; регулировку стояночного тормоза. После первых 2000 км пробега, а затем через каждые 30000 км следует проверять: свободный ход тормозной педали, крепление всех деталей и узлов, работоспособность регулятора давления задних тормозов, состояние тросового привода ручного тормоза. Заменять тормозную жидкость в гидроприводе рабочей тормозной системы рекомендуется через каждые 75000 км пробега на автомобилях ВАЗ, через каждые 60000 км пробега или 4 года эксплуатации – на автомобиле ЗАЗ-1102, через 30000 км пробега или 2 года эксплуатации – на остальных автомобилях.

## **2 Обзор и анализ патентной информации по проектируемой конструкции автомобиля**

### **2.1 Цель анализ патентной информации по проектируемой конструкции автомобиля**

Целью патентного поиска является выявление предшествующего уровня техники, который используется в дальнейшем для определения соответствия изобретения критериям патентоспособности новизна и изобретательский уровень.

Для выбора наиболее рационального способа совершенствования конструкции тормозной системы автомобиля Камаз 6520 был проведён поиск и анализ патентных источников.

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к колодочным тормозам колесных транспортных средств. Колодочный тормоз содержит щит тормоза с неподвижно установленными на нем шарнирными опорами с крепежными элементами, тормозные колодки с фрикционными накладками, тормозной барабан и возвратную пружину. Тормозные колодки установлены одними своими концами на шарнирных опорах с возможностью их вращения, а другими своими концами кинематически взаимодействуют с тормозным цилиндром, жестко установленным на щите. Тормозной барабан охватывает колодки со стороны фрикционных накладок с гарантированным зазором. Возвратная пружина установлена между колодками. Возвратная пружина выполнена в виде одного неполного витка С-образной формы. Концы возвратной пружины расположены в упорах, жестко установленных на концах колодок вблизи тормозного цилиндра, а средняя часть пружины удерживается скобой от перемещений в направлении, перпендикулярном плоскости щита. Скоба установлена на крепежных элементах шарнирных опор. Достигается уменьшение габаритов тормоза за счет улучшения компоновки возвратной пружины.

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к колодочным тормозам, и предназначено для применения на колесных транспортных средствах, например, грузовых автомобилях, колесных тракторах и т.д.

### **2.2 Патентное обсуждения**

Барабанный колодочный тормоз и тормозная колодка Авторы патента: Винсен ДЮПЮИ (FR) SU 312991; F16 D 51/04; B 60 t 11/06, 1971.

Изобретение относится к области машиностроения, а именно к барабанным тормозам. Барабанный тормоз содержит щит, тормозные колодки с фрикционными накладками, прижимное устройство и упругое возвратное устройство. Упругое возвратное устройство после торможения отводит от барабана тормозную колодку, которая перемещается со

скольжением в радиальном направлении между двумя закрепленными на щите направляющими стенками. Прижимное устройство выполнено в виде рычага, соединенного со щитом шарниром. При этом возникающая при торможении сила реакции приложена к прижимному рычагу, а тормозное усилие приложено к тормозной колодке таким образом, что тормозное усилие и сила реакции действуют в двух разных точках тормоза. Тормозная колодка для барабанного колодочного тормоза имеет жесткое основание для фрикционной накладки, внешние концы которого образуют упоры, которыми тормозная колодка в окружном направлении упирается в направляющие стенки и перемещается по ним со скольжением в радиальном направлении. На внешней поверхности жесткого основания расположена прочно соединенная с основанием фрикционная накладка. Достигается упрощение замены колодок и стабильность тормозного момента.

Барабанный колодочный тормоз и тормозная колодка - патент на изобретение РФ номер 2302565 наиболее чётко описываются следующие процессы, действия, термины и определения: как заменить тормозные колодки, замена колодок стояночного тормоза, барабанные тормозные колодки, замена тормозных колодок барабанного типа. Пользователи, изучавшие этот патент на изобретение, так же искали информацию используя наш патентный поиск про замена тормозных колодок, замена задних тормозных колодок, тормозные колодки, как заменить задние тормозные колодки, колодки тормозные какие.

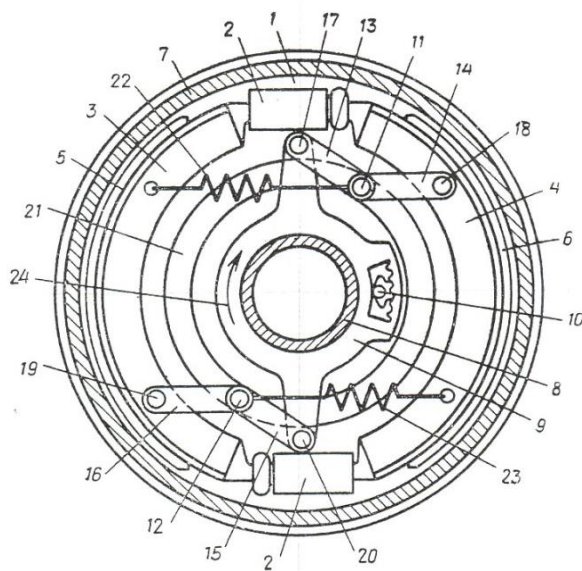


Рисунок 12 – Барабанный колодочный тормоз

Обычные барабанные колодочные тормоза имеют неподвижный или подвижный относительно щита с тормозными колодками упор, к которому крепится первый конец тормозной колодки, второй, противоположный первому, конец которой упирается в колесный тормозной цилиндр, тормозное усилие которого передается непосредственно на колодку, которая

поворачивается относительно щита вокруг ее первого, соединенного с упором, конца.

Барабанные колодочные тормоза обладают определенными преимуществами перед дисковыми тормозами (рисунок 12). Так, в частности, при одном и том же усилии торможения тормозной момент у барабанных колодочных тормозов больше, чем у дисковых тормозов. Кроме того, барабанные колодочные тормоза легче приспособить для работы в режиме "ручного" или "стояночного" тормоза. Именно по этим причинам барабанные колодочные тормоза все еще находят достаточно широкое применение, в частности для торможения задних колес автомобилей.

К недостаткам барабанных колодочных тормозов относится сложность и длительность замены тормозных колодок с изношенными фрикционными накладками, которая требует разборки и сборки всего тормоза. Кроме того, существующие барабанные колодочные тормоза обладают и еще одним недостатком, связанным с недостаточной стабильностью создаваемого ими тормозного момента.

При определенном распределении усилий, возникающих в барабанном колодочном тормозе во время торможения, тормозные колодки смещаются (скатываются) по внутренней поверхности барабана, что снижает стабильность тормозного момента, а следовательно, и устойчивость автомобиля во время его торможения.

В процессе торможения на колодку обычного барабанного колодочного тормоза действуют четыре силы: во-первых, сила, с которой колесный тормозной цилиндр воздействует на первый конец колодки, во-вторых, сила прижатия фрикционной накладки колодки к барабану, в-третьих, усилие торможения, действующее в точке контакта между вторым концом колодки и упором, и, в-четвертых, сила реакции, возникающая при торможении в точке контакта между вторым концом колодки и упором. Тот факт, что усилие торможения и сила реакции приложены к одной и той же точке колодки, является причиной возможного сдвига (скатывания) колодки по внутренней поверхности барабана и нестабильности тормозного момента тормоза.

В основу настоящего изобретения была положена задача разработать барабанный колодочный тормоз с более простой заменой колодок и большей стабильностью тормозного момента.

Предлагаемый в изобретении барабанный колодочный тормоз указанного в начале описания типа отличается тем, что тормозная колодка имеет возможность перемещения по существу в радиальном направлении в двух закрепленных на щите направляющих стенках, а устройство, через которое на тормозную колодку передается усилие колесного тормозного цилиндра, упирается во внутреннюю стенку колодки и нагружает ее по существу радиальным усилием.

В предлагаемом в изобретении барабанном колодочном тормозе усилие торможения и сила прижатия колодки к барабану приложены к тормозной колодке в разных точках.

Замена колодки с изношенной накладкой, которая в предлагаемом в изобретении тормозе не соединена с устройством, через которое на нее передается усилие колесного тормозного цилиндра, является легкой операцией, заключающейся в простом поступательном перемещении колодки.

Предлагаемый в изобретении барабанный колодочный тормоз имеет две расположенные диаметрально друг против друга тормозные колодки, каждая из которых имеет возможность со скольжением перемещаться по существу в радиальном направлении в соответствующей паре направляющих стенок, и два устройства, через каждое из которых на тормозную колодку передается усилие колесного тормозного цилиндра и каждое из которых воздействует на внутреннюю стенку колодки и нагружает ее по существу радиальным усилием.

Угол охвата каждой тормозной колодки не должен превышать  $60^\circ$ . Каждая колодка состоит из жесткого основания, изготовленного, в частности, из металла, и фрикционной накладки, которая крепится к наружной поверхности основания. Концы жесткого основания колодки образуют упоры, которыми колодка в окружном направлении упирается в соответствующие направляющие стенки.

В предлагаемом в изобретении тормозе ось приложенного к тормозной колодке усилия не совпадает с осью возникающей при этом силы реакции. Устройство, через которое на колодку передается усилие колесного тормозного цилиндра, можно выполнить в виде имеющего форму дуги выпуклой наружу кривой плоского рычага с двумя концами, один из которых шарнирно соединяется в определенной точке с тормозным щитом, а к другому прикладывается усилие, обычно создаваемое плунжером колесного тормозного цилиндра в направлении, при котором тормозная колодка прижимается к барабану, при этом рычаг своим наиболее удаленным от оси участком наружного края прижимается к внутренней стенке соответствующей колодки.

На наружном крае рычага можно выполнить выступ, вершиной которого рычаг прижимается к внутренней стенке соответствующей колодки. Такой выступ предпочтительно расположить приблизительно посередине между противоположными концами рычага. В предлагаемом в изобретении тормозе отношение плеч рычага лежит в пределах от 2 до 3.

Шарнир, через который рычаг соединяется с щитом, можно выполнить в виде расположенного на щите углубления с направляющей поверхностью, в которое входит скругленный конец рычага.

Упругое устройство, возвращающее колодки в исходное положение, можно выполнить в виде двух устройств, одно из которых возвращает в исходное положение рычаг, а второе устройство отводит колодку от барабана. Второе устройство, которое отводит колодку от барабана, можно выполнить в виде двух расположенных на концах колодки изготовленных из листовой пружинной стали держателей, которые соединяются с щитом и



создают приложенные к колодке усилия, под действием которых колодка перемещается к оси тормоза.

Фрикционная накладка должна быть прочно соединена с жестким основанием колодки и предпочтительно выполнена в виде слоя литого фрикционного материала, которым покрыта внешняя сторона основания.

В одном из вариантов осуществления изобретения предлагаемый в нем барабанный колодочный тормоз имеет промежуточный рычаг, в центральной части которого расположен шарнир, которым промежуточный рычаг соединяется с прижимным рычагом, и который выполнен в виде дуги вогнутой кривой и прижимается своими концами к внутренней стороне соответствующей колодки. Предлагаемый в этом варианте барабанный колодочный тормоз может иметь два прижимных рычага, два промежуточных рычага и четыре колодки, расположенные симметрично по диаметру щита.

В настоящем изобретении предлагается также тормозная колодка для описанного выше барабанного колодочного тормоза, отличающаяся наличием жесткого основания с прочно соединенной с его наружной поверхностью фрикционной накладкой, внешние концы которого образуют упоры, которыми колодка в окружном направлении упирается в направляющие стенки, между которыми тормозная колодка может со скольжением перемещаться по существу в радиальном направлении.

В изобретении предлагается также барабанный колодочный тормоз, который содержит щит, на котором установлена по меньшей мере одна тормозная колодка с фрикционной накладкой, рычаг, через который во время торможения тормозная колодка прижимается к внутренней поверхности соединенного с колесом барабана, и упругое возвратное устройство, которое после торможения отводит тормозную колодку от барабана, и который отличается тем, что возникающая во время торможения сила реакции приложена к прижимному рычагу, а тормозное усилие приложено к тормозной колодке таким образом, что тормозное усилие и сила реакции действуют в разных точках тормоза.

«Колодочно-барабанный тормоз с колодочным механизмом совместного действия со многими степенями свободы» патент RU 2279578, МПК F16D.

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к колодочным тормозам колесных транспортных средств. Колодочный тормоз содержит щит тормоза с неподвижно установленными на нем шарнирными опорами с крепежными элементами, тормозные колодки с фрикционными накладками, тормозной барабан и возвратную пружину. Тормозные колодки установлены одними своими концами на шарнирных опорах с возможностью их вращения, а другими своими концами кинематически взаимодействуют с тормозным цилиндром, жестко установленным на щите. Тормозной барабан

охватывает колодки со стороны фрикционных накладок с гарантированным зазором. Возвратная пружина установлена между колодками. Возвратная пружина выполнена в виде одного неполного витка С-образной формы. Концы возвратной пружины расположены в упорах, жестко установленных на концах колодок вблизи тормозного цилиндра, а средняя часть пружины удерживается скобой от перемещений в направлении, перпендикулярном плоскости щита. Скоба установлена на крепежных элементах шарнирных опор. Достигается уменьшение габаритов тормоза за счет улучшения компоновки возвратной пружины.

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к колодочным тормозам, и предназначено для применения на колесных транспортных средствах, например, грузовых автомобилях, колесных тракторах и т.д.

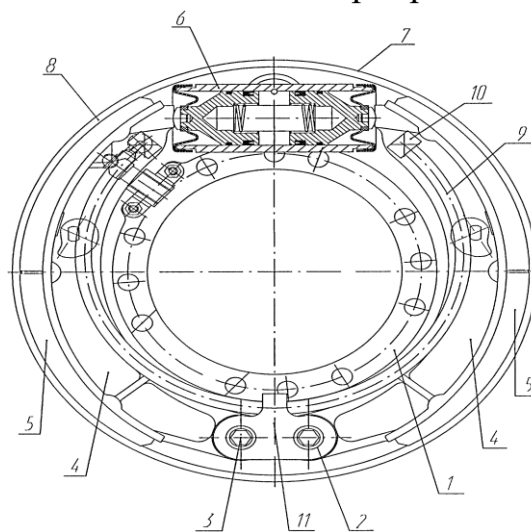
Известны аналоги заявляемого изобретения, например, «Колодочно-барабанный тормоз с колодочным механизмом совместного действия со многими степенями свободы», описанный в патенте RU 2279578, МПК F16D 51/16, опубликован 10.07.2006 г., содержащий по крайней мере механизм регулировки зазора тормоза, тормозную основу и тормозной барабан, колодочный механизм совместного действия со многими степенями свободы, каждый из которых состоит из двух комбинированных колодок со многими степенями свободы, тормозные колодки этих двух комбинированных колодок со многими степенями свободы соединяются между собой при помощи механизма совместного действия тормозных колодок; каждая комбинированная колодка со многими степенями свободы состоит из приводного плеча, тормозной колодки, соединительной шпильки и опорной шпильки, тормозная колодка каждой комбинированной колодки со многими степенями свободы при помощи соединительной шпильки шарнирно соединяется с приводным плечом, комбинированная колодка при помощи опорной шпильки, шарнирно соединенной с приводным плечом, установлена на тормозной основе; указанный механизм регулировки зазора тормоза установлен на тормозной основе и совместно действует с колодочным механизмом совместного действия со многими степенями свободы; указанный тормозной барабан надет вне колодочного механизма совместного действия со многими степенями свободы и с ним организует пару трения.

Недостатком аналога является то, что в его устройстве используются возвратные пружины стандартного (витого) типа (см. сноска V на фиг.1 описания патента). Поскольку для возврата тормозных колодок в исходное положение (нерабочее) состояние требуется достаточно большое усилие, пружины, в особенности для грузовых автомобилей большой грузоподъемности, изготавливаются из проволоки диаметром 2-2,5 мм и диаметром витков пружины 20-25 мм. Это приводит к увеличенным размерам пружины, что отрицательно сказывается на компоновке тормоза в целом и его габаритах. Кроме того, тормоз имеет сложное конструктивное исполнение, что приводит к его высокой себестоимости.

В качестве прототипа, как наиболее близкого по своей технической сути, выбран двухколодочный тормоз с односторонним расположением шарнирных опор, приведенный в книге Н.Ф. Бочарова, И.С. Цитовича и др. «Конструирование и расчет колесных машин высокой проходимости», М., изд-во «Машиностроение», 1983 г., стр.282, рис.154а. Прототип содержит тормозной щит с неподвижно установленными на нем шарнирными опорами тормозных колодок, вокруг которых колодки имеют возможность вращаться.

Достигается это тем, что в известном колодочном тормозе, содержащем щит тормоза с неподвижно установленными на нем шарнирными опорами с крепежными элементами, тормозные колодки с фрикционными накладками, установленные одними своими концами на шарнирных опорах с возможностью их вращения, а другими своими концами кинематически взаимодействующие с тормозным цилиндром, жестко установленным на щите, тормозной барабан, охватывающий колодки со стороны фрикционных накладок с гарантированным зазором и возвратную пружину, установленную между колодками:

- пружина выполнена в виде одного неполного витка С-образной формы;
- концы пружины расположены в упорах, жестко установленных на концах колодок вблизи тормозного цилиндра;
- средняя часть пружины удерживается от перемещений скобой, установленной на крепежных элементах шарнирных опор.



Фиг 1

Рисунок 13 – Колодочный тормоз

Колодочный тормоз (рисунок 13) содержит щит тормоза 1, на котором неподвижно установлены шарнирные опоры 2, крепящиеся к щиту 1 посредством элементов крепления 3, например, болтов. К шарнирным опорам 2 одними из своих концов (нижними концами) крепятся тормозные колодки 4 с фрикционными накладками 5. При этом колодки 4 установлены на шарнирах 2 с возможностью вращения по и против часовой стрелки

относительно осей шарниров 2. Другими своими концами (верхними) колодки 4 кинематически взаимодействуют с тормозным цилиндром 6, жестко установленным на щите тормоза. Кинематическое взаимодействие заключается в перемещении колодок 5 (левой колодки - влево, правой - вправо) при движении левого и правого поршней цилиндра 6 под действием давления тормозной жидкости, подаваемой в полость цилиндра из тормозной системы транспортного средства при нажатии педали тормоза. Колодки 4 со стороны фрикционных накладок 5, жестко крепящихся на колодках 4, охватывает тормозной барабан 7, жестко связанный с колесом транспортного средства. При отсутствии торможения между фрикционными накладками 5 и тормозным барабаном обеспечивается гарантированный воздушный зазор 8. Возвратная пружина 9, выполненная в виде одного неполного витка С-образной формы из специальной стали, применяемой в изготовлении пружин, установлена между колодками 4 следующим образом: ее концы расположены в упорах 10, жестко установленных на концах колодок вблизи тормозного цилиндра, а средняя часть удерживается от перемещений в направлении, перпендикулярном полости щита (перпендикулярно плоскости), скобой 11, установленной на крепежных элементах 3 шарнирных опор 2.

SU 1190109 А; F 16 D 51/00, 1985; В. П. Автушко, П. Р. Бартош, И. И. Лепешко и Н. Ф. Метлюк.

Изобретение относится к тормозным устройствам для железнодорожных подвижных составов, предназначенных для передвижения по железнодорожным путям с различной шириной колеи. Тормозное устройство содержит пару тормозных колодок, установленных на опоре, вал, расположенный параллельно оси колесной пары, по которому может перемещаться, по меньшей мере, одна из упомянутых тормозных колодок. При этом длина вала достаточна для перемещения колодки между двумя положениями. Первое из упомянутых положений - активное, в котором колодка расположена против колеса, для которого она предназначена. Второе положение - положение выжидания, в котором колодка удалена от предыдущего положения настолько, чтобы при приведении в действие тормозной колодки траектория ее движения из положения выжидания не пересекалась с соответствующим колесом. Тормозное устройство включает в себя также средство блокировки для блокирования, по меньшей мере, подвижных колодок в заранее определенных положениях при их продольном перемещении. Достижимый технический результат состоит в повышении эффективности тормозного устройства колодочного типа.

Настоящее изобретение относится к тормозному устройству колодочного типа для железнодорожных подвижных составов, предназначенных для передвижения по железнодорожным путям с различной шириной колеи.

Как правило, железнодорожный подвижной состав включает раму, несомую как минимум одной колесной парой, на концах которой насажены колеса с расстоянием между ними, соответствующим расстоянию между рельсами определенной железнодорожной сети, при этом под указанной рамой устанавливается тормозное устройство колодочного типа, включающее для каждого колеса: тормозную рычажную передачу и как минимум одну пару тормозных колодок, располагающихся по обе стороны от колеса, наподобие губам тисков с тем, чтобы при торможении тормозная передача сдвигала колодки, которые зажимают поверхность катания колеса.

Обычно каждая тормозная колодка смонтирована на опоре, соединенной с рамой с помощью подвески, обеспечивающей перемещение тормозной колодки в той же плоскости, что и колесо.

Подвесное устройство представляет собой, как правило, рычаг подвески. Для того чтобы обеспечить передвижение железнодорожных транспортных средств по железнодорожным путям с различной шириной колеи, обычно производят замену колесных пар определенной ширины на колесные пары, предназначенные для другой ширины колеи.

Это обходится гораздо дешевле, чем блокировка тележек или целых платформ. Однако при замене одной колесной пары на другую колеса уже не располагаются в той же плоскости, что и тормозные колодки, в результате чего тормозная система не может использоваться.

К вышеуказанной проблеме прибавляется и ряд других проблем. Обычно тип тормозных колодок, используемых на одной железнодорожной сети, отличается от типа колодок, используемых на другой сети, поэтому использование одной тормозной колодки, перемещаемой поперечно в соответствии с шириной колеи, представляется невозможным.

Поэтому возникает необходимость в использовании двух пар тормозных колодок, при этом одна пара используется для одной железнодорожной сети, а вторая - для другой сети.

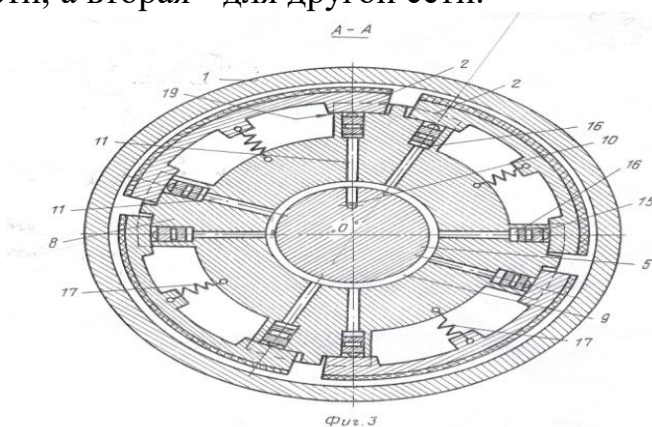


Рисунок 14— Тормозное устройство

В некоторых случаях различие длины двух типов осей достаточно для использования двух тормозных колодок, смонтированных на раме, однако случается, что поверхности катания, с которыми входят в контакт тормозные

колодки, с двух диаметрально противоположных сторон, полностью различны по длине оси колесной пары, однако ширина этих поверхностей катания, к которой прибавляется толщина гребня бандажа колес, такова, что участки, предусмотренные для их прохождения, близки и даже накладываются один на другой; при этом уже хотя бы в случае использования одной из колесных пар, если одновременно заблокировать обе пары тормозных колодок, то пара колодок, не предусмотренная для данного типа колесных пар, может войти в контакт (уже хотя бы из-за зазоров) с внешним краем колеса и помешать тому, чтобы колодка, предназначенная для данного колеса, нормально опиралась о поверхность катания и вызывала торможение.

Технический результат предлагаемого изобретения состоит в повышении эффективности тормозного устройства колодочного типа благодаря такой конструкции тормозного устройства, с помощью которой решаются вышеуказанные проблемы.

Для решения указанного технического результата в тормозном устройстве колодочного типа для железнодорожного подвижного состава, предназначенного для передвижения по железнодорожным путям с различной шириной колеи, содержащей тормозную рычажную передачу для каждого колеса и две тормозные колодки, располагающиеся по обе стороны от колеса аналогично губам тисков с тем, чтобы при торможении тормозная передача имела возможность сдвигать колодки, которые при этом зажимают поверхность катания колеса обычным путем, поскольку каждая из тормозных колодок смонтирована на опоре, соединенной с рамой с помощью подвески, обеспечивающей перемещение тормозной колодки в той же плоскости, что и колесо, каждая тормозная колодка адаптирована к профилю колеса, используемого в соответствующей железнодорожной сети, при этом тормозное устройство включает вал, параллельный оси колесной пары, на которой с возможностью скольжения установлена, по меньшей мере, одна из тормозных колодок - подвижная колодка, при этом указанный вал имеет длину, достаточную для того, чтобы, по меньшей мере, одна подвижная колодка имела возможность перемещения между двумя положениями, одно из которых - активное, в котором колодка располагается против колеса, для которого она предназначена, а другое положение - положение выжидания, в котором она достаточно отдалена от предыдущего положения для того, чтобы при приведении в действие тормозной колодки траектория ее движения из положения выжидания не пересекалась с соответствующим колесом; средство блокировки для блокировки, по меньшей мере, подвижных колодок в заранее определенных положениях при их продольном перемещении.

### 2.3 Выводы по разделу

С целью улучшения эксплуатационных качеств и улучшения быстродействия проведено усовершенствование конструкции тормозной

системы на основе патента RU 2279578, МПК F16D 51/16, опубликован 10.07.2006г. Устройство колодочный тормоз содержит щит тормоза с неподвижно установленными на нем шарнирными опорами с крепежными элементами, тормозные колодки с фрикционными накладками, тормозной барабан и возвратную пружину. Тормозные колодки установлены одними своими концами на шарнирных опорах с возможностью их вращения, а другими своими концами кинематически взаимодействуют с тормозным цилиндром, жестко установленным на щите. Тормозной барабан охватывает колодки со стороны фрикционных накладок с гарантированным зазором. Возвратная пружина установлена между колодками. Возвратная пружина выполнена в виде одного неполного витка С-образной формы. Концы возвратной пружины расположены в упорах, жестко установленных на концах колодок вблизи тормозного цилиндра, а средняя часть пружины удерживается скобой от перемещений в направлении, перпендикулярном плоскости щита. Скоба установлена на крепежных элементах шарнирных опор.

В данном разделе дипломной работы производится ознакомление с конструктивными особенностями тормозного механизма и тормозного привода автомобиля Камаза 6520. Дается оценка параметров конструкции и рабочих процессов, реализации функциональных свойств элементов тормозной системы, надежности, формирования эксплуатационных свойств автомобиля.

### 3 Расчет тормозной системы

#### 3.1 Расчет параметров тормозной системы

Оценка схемы колодочного тормозного механизма для автомобиля, движущегося по дороге с коэффициентом сцепления  $\varphi$ , определить требуемое давление в гидравлическом приводе тормозной системы  $p$ , необходимое для обеспечения максимального тормозного момента на передних колесах. Определить величину радиальной силы  $\Delta P_p$ , действующей на опору колеса при торможении. Расчеты вести для тормозного механизма с равными приводными силами и разнесенными опорами при условии равенства их геометрических параметров.

Исходные данные для расчета:  $\varphi = 0,5; 0,6; 0,7$ ;  $G_a = 11500H$ ;  $L = 2,2m$ ;  $A = 1,4m$ ;  $B = 1,0m$ ;  $H = 1,0m$ ;  $r_k = 0,28m$ ;  $d_p = 0,028m$ ;  $r_b = 0,15m$ ;  $a = 0,13m$ ;  $h = 0,26m$ ;  $k_0 = 0,84$ ;  $\mu = 0,3$ .

Максимальный тормозной момент на передних колесах.

$$M_{T1max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H). \quad (1)$$

При  $\varphi = 0,5$

$$M_{T1max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0,28 * 0,5 * \frac{11500}{2 * 2,2} (1 + 0,5 * 1) = 336,5H * m \quad (2)$$

При  $\varphi = 0,6$

$$M_{T1max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0,28 * 0,6 * \frac{11500}{2 * 2,2} (1 + 0,6 * 1) = 450,6H * m \quad (3)$$

При  $\varphi = 0,7$

$$M_{T1max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0,28 * 0,7 * \frac{11500}{2 * 2,2} (1 + 0,7 * 1) = 576,8H * m$$

Требуемое давление в тормозной системе

$$p = \frac{M_{T1max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_{\delta} \left( \frac{\mu h}{k_0 a - \mu r_{\delta}} + \frac{\mu h}{k_0 a + \mu r_{\delta}} \right)}; \quad (4)$$

Приводные силы:

$$P^I = P^{II}$$

$$P^I = \frac{\pi d_{p1}^2}{4} \cdot p \quad (5)$$



Радиальная сила, действующая на опору колеса при торможении:

$$\Delta P_n = P'_n - P''_n = P' \frac{h}{k_0 a - \mu r_\delta} - P'' \frac{h}{k_0 a + \mu r} \quad (6)$$

При  $\varphi = 0,5$

$$p = \frac{M_{T1\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_\delta \left( \frac{\mu h}{k_0 a - \mu r_\delta} + \frac{\mu h}{k_0 a + \mu r_\delta} \right)} = \frac{336,5}{\frac{3,14 \cdot 0,028^2}{2} \cdot 0,15 \cdot \left( \frac{0,3 \cdot 0,26}{0,84 \cdot 0,13 - 0,3 \cdot 0,15} + \frac{0,3 \cdot 0,26}{0,84 \cdot 0,13 + 0,3 \cdot 0,15} \right)} = 1681291,7 \text{ Па} \quad (7)$$

Приводные силы:

$$P^l = \frac{\pi d_{p1}^2}{4} \cdot p = \frac{3,14 \cdot 0,028^2}{4} \cdot 1681291,7 = 1034,7 \text{ Н} \quad (8)$$

Радиальная сила:

$$\Delta D_i = D'_i - D''_i = D' \frac{h}{k_0 a - \mu r_a} - D'' \frac{h}{k_0 a + \mu r} = 637,2 \frac{0,26}{0,84 \cdot 0,13 - 0,3 \cdot 0,3} - 637,2 \frac{0,26}{0,84 \cdot 0,13 + 0,3 \cdot 0,3} = 62795,9 \text{ Н} \quad (9)$$

При  $\varphi = 0,6$

$$\delta = \frac{M_{T1\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_a \left( \frac{\mu h}{k_0 a - \mu r_a} + \frac{\mu h}{k_0 a + \mu r_a} \right)} = \frac{450,6}{\frac{3,14 \cdot 0,028^2}{2} \cdot 0,15 \cdot \left( \frac{0,3 \cdot 0,26}{0,84 \cdot 0,13 - 0,3 \cdot 0,15} + \frac{0,3 \cdot 0,26}{0,84 \cdot 0,13 + 0,3 \cdot 0,15} \right)} = 1125858,3 \text{ Н} \quad (10)$$

Цель:

- определение величин тормозных моментов на осях автомобиля;
- определение основных параметров тормозных механизмов;
- определение тормозных моментов.

Тормозной момент на одном борту определяется из следующего соотношения:

$$M_T = 0,5 \cdot j_a \cdot m_a \cdot r_k$$

Где  $j_a$  – ускорение замедления автомобиля,  $j_a = 7 \text{ м/с}^2$ ;

$m_a$  – полная масса автомобиля,  $m_a = 1600 \text{ кг}$ ;

$r_k$  – радиус качения колеса,  $r_k = 0,255 \text{ м}$ ;

$$M_T = 0,5 \cdot 7 \cdot 1600 \cdot 0,255 = 1428 \text{ (Нм)} \quad (11)$$

Тормозной момент передней оси автомобиля равен

$$M_T^{\Pi} = 0,5 \cdot j_a \cdot m_a \cdot r_k \cdot \frac{\left( a + \frac{j_a}{g} \cdot h_g \right)}{L}$$

где  $a$  – расстояние от передней оси до центра тяжести автомобиля,

$a = 1,35$  м;

$L$  – колёсная база автомобиля,  $L = 2,635$  м;

$h_g$  – высота центра тяжести автомобиля от опорной поверхности,

$h_g = 0,6$  м.

$$M_T^{\Pi} = 0,5 \cdot 7 \cdot 1600 \cdot 0,255 \cdot \frac{\left( 1,35 + \frac{7}{9,8} \cdot 0,6 \right)}{2,635} = 963,87 \text{ (Нм)},$$

(12)

Тормозной момент задней оси равен

$$M_T^{\text{З}} = 0,5 \cdot j_a \cdot m_a \cdot r_k \cdot \frac{\left( b - \frac{j_a}{g} \cdot h_g \right)}{L}$$

где  $b$  – расстояние от задней оси до центра тяжести автомобиля,

$b = 1,285$  м;

$$M_T^{\text{З}} = 0,5 \cdot 7 \cdot 1600 \cdot 0,255 \cdot \frac{\left( 1,285 - \frac{7}{9,8} \cdot 0,6 \right)}{2,635} = 455 \text{ (Нм)}$$

(13)

Определение сил давления в накладках тормозного механизма задней оси

На задних колёсах установлены барабанные тормозные механизмы.

Составим три уравнения: передней колодки, задней колодки и барабана.

$$P_1(a + c) + \mu \cdot R_1 \cdot l - R_1 \cdot c = 0$$

$$P_2(a + c) - \mu \cdot R_2 \cdot l - R_2 \cdot c = 0$$

$$M_T^{\text{З}} - \mu \cdot R_1 \cdot r_B - \mu \cdot R_2 \cdot r_B = 0$$

Так как имеется три уравнения и четыре неизвестных  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ , то примем допущение,  $P_1 = P_2$  (это равенство можно обеспечить конструктивно).

Схема барабанного тормозного механизма показана на рисунке 15.

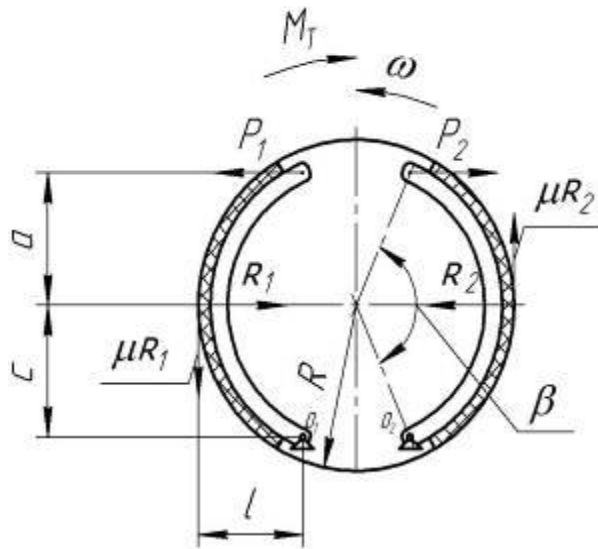


Рисунок 15 - Схема барабанного тормозного механизма

Выражая из уравнений равновесия передней и задней колодок реакции  $R_1$  и  $R_2$ , получим:

$$R_1 = P_1 \cdot \frac{a+c}{c-\mu \cdot l}$$

$$R_2 = P_2 \cdot \frac{a+c}{c+\mu \cdot l}$$

Тогда,

$$M_T^3 = \mu \cdot r_B \cdot (a+c) \cdot \left( \frac{P_1}{c-\mu \cdot l} + \frac{P_2}{c+\mu \cdot l} \right)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения,  $\mu = 0,3$ ;

$a = 98$  мм;

$c = 92$  мм;

$l = 121$  мм;

$r_B = 152,4$  мм;

Из уравнения  $M_T^3$  выразим  $P$ , при условии, что  $P_1 = P_2 = P$ .

$$P = \frac{M_T^3 \cdot (c^2 - \mu^2 \cdot l^2)}{2 \cdot c \cdot \mu \cdot r_B \cdot (a+c)}$$

$$P = \frac{455 \cdot (0,092^2 - 0,3^2 \cdot 0,121^2)}{2 \cdot 0,092 \cdot 0,3 \cdot 0,152 \cdot (0,098 + 0,092)} = 2270,3 \text{ (Н)}$$

(14)

$$R_1 = 2270,3 \cdot \frac{0,098 + 0,092}{0,092 - 0,3 \cdot 0,121} = 4499 \text{ (Н)}$$

(15)

$$R_2 = 2270,3 \cdot \frac{0,098 + 0,092}{0,092 + 0,3 \cdot 0,121} = 3256 \text{ (Н)}$$

(16)

Определение удельного давления на накладках заднего тормозного механизма

Удельное давление на накладках определяется в соответствии со следующей формулой:

$$P = \frac{R_1}{r_b \cdot \beta \cdot b_n}$$

где  $b_n$  – ширина накладки,  $b_n = 30$  мм;

$\beta = 1200$  ;

$$p = \frac{4499}{0,152 \cdot 2,09 \cdot 0,03} = 0,41 \text{ (МПа)}$$

(17)

$[p] = 2,5$  МПа;  $p < [p]$  – условие выполняется.

Определение тормозных сил в накладках тормозного механизма передней оси

На передние колёса автомобиля установлены дисковые тормозные механизмы. Для дискового тормозного механизма тормозной момент равен:

$$M_T^{\Pi} = 2 \cdot P \cdot \mu \cdot r_{cp}$$

где  $r_{cp}$  – средний радиус накладки,  $r_{cp} = 120$  мм;

$P$  – тормозная сила;

$\mu$  – коэффициент трения,  $\mu = 0,3$

Схема дискового тормозного механизма показана на рисунке 16.

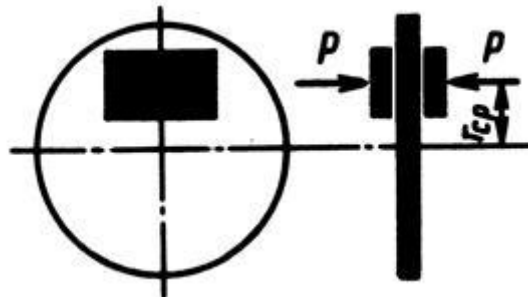


Рисунок 16 - Схема дискового тормозного механизма

Из уравнения  $M_T^{\Pi}$  определяем  $P$  – тормозную силу.

$$P = \frac{M_T^{\Pi}}{2 \cdot \mu \cdot r_{cp}} = \frac{963,87}{2 \cdot 0,3 \cdot 0,12} = 1338,7 \text{ (Н)}$$

(18)

Определение удельного давления на накладках переднего тормозного механизма

Удельное давление на накладках определяется в соответствии со следующей формулой

$$p = \frac{P}{r_{cp} \cdot S}$$

$S = a \cdot b = 0,14 \cdot 0,07 = 0,0098$  (м<sup>2</sup>) – площадь накладки;

$$p = \frac{1338,7}{0,12 \cdot 0,0098} = 1,13 \text{ (МПа)}$$
(19)

$[p] = 2,5$  МПа;  $p < [p]$  – условие выполняется

В расчете были определены основные параметры тормозных механизмов автомобиля Kia Spectra. Результаты, полученные с учетом всех допущений, удовлетворяют всем нормам. Все необходимые условия выполняются.

Приводные силы:

$$P^I = \frac{\pi d_{p1}^2}{4} \cdot p = \frac{3,14 \cdot 0,028^2}{4} \cdot 1125858,3 = 692,9 \text{ Н}$$
(20)

Радиальная сила:

$$\begin{aligned} \Delta D_i &= D_i' - D_i'' = D' \frac{h}{k_0 a - \mu r_a} - D' \frac{h}{k_0 a + \mu r} = \\ &= 692,9 \frac{0,26}{0,84 \cdot 0,13 - 0,3 \cdot 0,3} - 692,9 \frac{0,26}{0,84 \cdot 0,13 + 0,3 \cdot 0,3} = 42052,1 \text{ Н} \end{aligned}$$
(21)

При  $\varphi = 0,7$

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{M_{T1max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_a \left( \frac{\mu h}{k_0 a - \mu r_a} + \frac{\mu h}{k_0 a + \mu r_a} \right)} = \\ &= \frac{234,3}{\frac{3,14 \cdot 0,028^2}{2} \cdot 0,15 \cdot \left( \frac{0,3 \cdot 0,26}{0,84 \cdot 0,13 - 0,3 \cdot 0,15} + \frac{0,3 \cdot 0,26}{0,84 \cdot 0,13 + 0,3 \cdot 0,15} \right)} = 585416,3 \text{ ÷} \end{aligned}$$
(22)

Приводные силы:

$$P^I = \frac{\pi d_{p1}^2}{4} \cdot p = \frac{3,14 \cdot 0,028^2}{4} \cdot 585416,3 = 360,3 \text{ Н}$$
(23)

Радиальная сила:

$$\begin{aligned} \Delta D_i &= D_i' - D_i'' = D' \frac{h}{k_0 a - \mu r_a} - D' \frac{h}{k_0 a + \mu r} = \\ &= 360,3 \frac{0,26}{0,84 \cdot 0,13 - 0,3 \cdot 0,3} - 360,3 \frac{0,26}{0,84 \cdot 0,13 + 0,3 \cdot 0,3} = 21866,6 \text{ Н} \end{aligned}$$
(24)

### 3.2 Оптимальное распределение тормозных сил

Для автомобиля рассчитывается и строится график оптимального соотношения давления в переднем  $p_1$  и заднем  $p_2$  контура гидравлического привода при заданном весе автомобиля и полном весе автомобиля.

Для различных тормозных условий ( $\varphi$ ) определяются максимальные тормозные моменты на колесах:

$$M_{T1\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H). \quad (25)$$

$$M_{T2\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (A - \varphi * H).$$

$G_a = 11500 \text{ Н}$

$$M_{T1\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0.28 * 0.5 * \frac{11500}{2 * 2.2} (1 + 0.5 * 1) = 234,3 \text{ Н} * \text{м} \quad (26)$$

$$M_{T2\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (A - \varphi * H) = 0.28 * 0.5 * \frac{11500}{2 * 2.2} (1.4 - 0.5 * 1) = 198,3 \text{ Н} * \text{м}$$

При  $\varphi = 0,7$

$$M_{T1\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0.28 * 0.7 * \frac{11500}{2 * 2.2} (1 + 0.7 * 1) = 450,6 \text{ Н} * \text{м} \quad (27)$$

$$M_{T2\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (A - \varphi * H) = 0.28 * 0.7 * \frac{11500}{2 * 2.2} (1.4 - 0.7 * 1) = 270,4 \text{ Н} * \text{м}$$

При  $\varphi = 0,6$

$$M_{T1\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0.28 * 0.6 * \frac{11500}{2 * 2.2} (1 + 0.6 * 1) = 336,5 \text{ Н} * \text{м} \quad (28)$$

$$M_{T2\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (A - \varphi * H) = 0.28 * 0.6 * \frac{11500}{2 * 2.2} (1.4 - 0.6 * 1) = 240,3 \text{ Н} * \text{м}$$

$G_a = 15500 \text{ Н}$

При  $\varphi = 0,5$

$$M_{T1\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0.28 * 0.5 * \frac{15500}{2 * 2.2} (1 + 0.5 * 1) = 325,3 \text{ Н} * \text{м} \quad (29)$$

$$M_{T2\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (A - \varphi * H) = 0.28 * 0.5 * \frac{15500}{2 * 2.2} (1.4 - 0.5 * 1) = 275,3 \text{ Н} * \text{м}$$

При  $\varphi = 0,7$

$$M_{T1\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0.28 * 0.9 * \frac{14300}{2 * 2.4} (1 + 0.9 * 1) = 625,6 \text{ Н} * \text{м} \quad (30)$$

$$M_{T2\max} = r_{\delta} * \varphi \frac{G_a}{2L} (A - \varphi * H) = 0.28 * 0.9 * \frac{14300}{2 * 2.4} (1.4 - 0.9 * 1) = 375,4 \text{ Н} * \text{м}$$

При  $\varphi = 0,6$

$$M_{T1\max} = r_a * \varphi \frac{G_a}{2L} (B + \varphi * H) = 0.28 * 0.7 * \frac{14300}{2 * 2.4} (1 + 0.7 * 1) = 467,1H * i \quad (31)$$

$$M_{T2\max} = r_a * \varphi \frac{G_a}{2L} (A - \varphi * H) = 0.28 * 0.7 * \frac{14300}{2 * 2.4} (1.4 - 0.7 * 1) = 333,7i * i$$

С учетом заданной схемы тормозного механизма (лист №1) определяю оптимальное давление в переднем и заднем контурах гидравлического привода

$$P_1 = \frac{M_{T1\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_o \left( \frac{\mu h}{k_o a - \mu r_o} + \frac{\mu h}{k_o a + \mu r_o} \right)}, \quad (32)$$

$$P_2 = \frac{M_{T2\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_o \left( \frac{\mu h}{k_o a - \mu r_o} \right)}$$

$G_a = 10300H$

При  $\varphi = 0,5$

$$\begin{aligned} \delta_1 &= \frac{M_{T1\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_a \left( \frac{\mu h}{k_o a - \mu r_a} + \frac{\mu h}{k_o a + \mu r_a} \right)} = \\ &= \frac{234,3}{\frac{3.14 * 0.028^2}{2} * 0.15 * \left( \frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 - 0.3 * 0.15} + \frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 + 0.3 * 0.15} \right)} = 585416,3i\dot{a} \end{aligned} \quad (33)$$

$$\delta_2 = \frac{M_{T2\max}}{\frac{\pi d_p^2}{2} r_a \left( \frac{\mu h}{k_o a - \mu r_a} \right)} = \frac{198,3}{\frac{3.14 * 0.028^2}{2} * 0.15 * \left( \frac{0.3 * 0.26}{0.84 * 0.13 - 0.3 * 0.15} \right)} = 495467,6i\dot{a}$$

### 3. 3 Тепловой расчет тормозного механизма автомобиля

Кинетическая энергия автомобиля при торможении расходуется на преодоление следующих сопротивлений:

- трения в механических, гидравлических или электрических тормозах;
- сопротивления воздуха поступательному движению автомобиля и вращению колес;
- сопротивления качению автомобиля;
- трения в трансмиссии автомобиля;
- скольжения шин по поверхности дороги.

Энергетический баланс торможения при качении всех колес без их блокировки будет:

$$\frac{\delta' m_a v^2}{2} = \sum x_{cp} \frac{r_b}{r_k} (1 - \sigma) + P_{w\ cp} s_{\tau} +$$

$$+ m_a g f (1 - \sigma) s_{\tau} + \frac{M_r}{r_k} (1 - \sigma) s_{\tau} + m_a g f s_{\tau},$$

где  $\delta'$  - коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс (при отключенном двигателе);  $m_a$  - масса автомобиля, кг;  $v_t$  - скорость в начале торможения, м/с;  $\Sigma x_{cp}$  - среднее значение результирующей силы трения между барабаном и колодками;  $r_b$  и  $r_k$  - радиусы тормозного барабана и колеса;  $\sigma$  - коэффициент скольжения заторможенного колеса;  $P_{w\ cp}$  - средняя величина силы сопротивления воздуха на пути торможения автомобиля;  $s_{\tau}$  - длина тормозного пути;  $g$  - ускорение силы тяжести;  $f$  - коэффициент сопротивления качению;  $M_r$  - средний момент сил трения трансмиссии, отнесенный к оси колес.

В случае блокировки (юза) всех колес первый, третий и четвертый члены правой части равенства обращаются в нуль. При этом формула примет следующий вид:

где  $G_a$  - сила тяжести (вес) автомобиля.

Так как член  $P_{w\ cp} s_{\tau}$  при имеющихся место скоростях движения весьма мал, то практически вся кинетическая энергия затормаживаемого автомобиля воспринимается работой трения шин о дорогу, что вызывает их перегрев и усиленный износ.

Заметное улучшение энергетического баланса торможения и снижение работы, расходуемой на скольжение шин, может быть достигнуто при применении противоблокирующих устройств и регуляторов тормозных моментов, подводимых к отдельным мостам.

Кинетическая энергия движущегося автомобиля при торможении превращается в тепло. Хороший теплоотвод от тормозных механизмов является важной задачей.

Отвод тепла с поверхности трения может быть улучшен:

- применением для барабанов металлов, обладающих высокой теплопроводностью;
- увеличением поверхности охлаждения за счет оребрения;
- улучшением вентиляции нагреваемых деталей.

Большую износостойкость и лучшие фрикционные качества имеют барабаны, изготовленные из алюминиевых сплавов, рабочая поверхность которых покрыта путем распыливания слоем марганцовистой стали или специальным медно-бериллиевым сплавом.

При единичном торможении баланс тепла выразится формулой:

$$m_a \frac{v_1^2 - v_2^2}{2} = m_{\sigma} c T_n + F_{\sigma} \int_0^t k T_n dt,$$



где  $v_1$  и  $v_2$ -начальная и конечная скорости автомобиля, м/с;  $m_b$  -масса нагреваемых деталей (в основном барабана), кг;  $c$  - теплоемкость материала барабана. Для чугуна и стали  $c = 500$  Дж/(кг\*К);  $T_{и} = T_b - T_v$  - разность температур барабана  $T_b$  и воздуха  $T_v$ ;  $F_b$  - поверхность охлаждения барабанов (дисков), м;  $k$  - коэффициент теплопередачи между барабаном и воздухом, Вт/(м<sup>2</sup>-К);  $t$ -время торможения, с.

$$T_{и} = \frac{m_a(v_1^2 - v_2^2)}{8m_b c}$$

Кроме расчета на нагрев определяется величина удельной работы трения  $L_{тр}$ (Дж/см<sup>2</sup>), приходящаяся на единицу поверхности фрикционной накладки

$$L_{тр} = \frac{m_a v}{2F_{\Sigma}}$$

Допустимые величины  $L_{тр}$  при скорости движения в начале торможения  $v = 60$  км/ч (16,7 м/с) составляют 400--1000 Дж/см<sup>2</sup> [40-100 (кг-м)/см<sup>2</sup>] в зависимости от типа автомобиля и удельной мощности двигателя.

Одним из показателей для выбора размеров тормозных накладок является масса груженого автомобиля  $m_a$  (кг), приходящаяся на 1 м<sup>2</sup> или 1 см<sup>2</sup> поверхности трения фрикционных накладок. Для легковых автомобилей отношение  $m_a/F_{\Sigma}$  составляет (1,0-2,0) 10<sup>4</sup> кг/м<sup>2</sup>.

Исходные данные:  $m_a=1550$  кг;  $m_b=4$  кг;  $c=500$  Дж/(кг\*К);  $v=60$  км/ч=16,7м/с;  $m_a/F_{\Sigma}=1.4*10^4$ кг/м<sup>2</sup>;  $\alpha=120^\circ$ ; вариант 1  $v_1=120$ км/ч=33,3м/с;  $v_2=36$ км/ч=10м/с; вариант 2  $v_1=50$ км/ч=14м/с;  $v_2=0$ км/ч=0м/с;

$$T_{и} = \frac{m_a(v_1^2 - v_2^2)}{8m_b c} = \frac{1550(33.3^2 - 10^2)}{4.5 * 500 * 8} = 109.3C^\circ \quad (34)$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате дипломной работы был рассмотрен Камаз 6520 с улучшенными тормозными свойствами.

В результате применения колодочно-барабанный тормоз с колодочным механизмом совместного действия со многими степенями свободы удалось добиться ряда преимуществ по сравнению с прототипом: меньшая масса тормозных механизмов; лучшая управляемость автомобиля на скользкой дороге при осуществлении экстренного торможения; исключается движение автомобиля юзом и боковой занос; спроектированная тормозная система обеспечивает наилучшую безопасность движения на высоких скоростях движения; более надежна данная тормозная система проста в обслуживании; может применяться как на боевых машинах, так и на технике сельского хозяйства.

Задачей, решаемой настоящим изобретением, является уменьшение габаритов тормоза за счет улучшения компоновки возвратной пружины.

Таким образом, приведенные выше преимущества колодочно-барабанный тормоз с колодочным механизмом совместного действия со многими степенями свободы, доказывают целесообразность его дальнейшей проработки и исследования, чем и занимаются ведущие автомобильные фирмы мира.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуревич Л.В., Меламуд Р.А. Пневматический тормозной привод автотранспортных средств: Устройство и эксплуатация. – М.: Транспорт, 1988. – 224 с.
2. Мащенко А.Ф., Розанов В.Г. Тормозные системы автотранспортных средств. – М.: Транспорт, 1972. – 144 с.
3. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А «Курсовое проектирование по Технологии машиностроения», М: ООО ИД «Альянс», 2007 г.
4. Косилова А.Г., Мещерякова Р.К. «Справочник технолога машиностроителя, в 2-х томах» т.2, М: «Машиностроение», 1985 г.
5. Добрыднев И.С. "Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения"": М., «Машиностроение»; 1985г.
6. Ярьсько П.С., Филиппов С.В. Тормозные системы большегрузных автомобилей КамАЗ. Ярославль, учебно-производственная фирма «КамАЗ», 1989. – 124 с.
7. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие. Изд-е 2-е, перераб. и дополн. – Калининград: Янтар. сказ, 2002. – 454 с.