

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«Брестский государственный технический университет»

Кафедра технической эксплуатации автомобилей

Методические указания

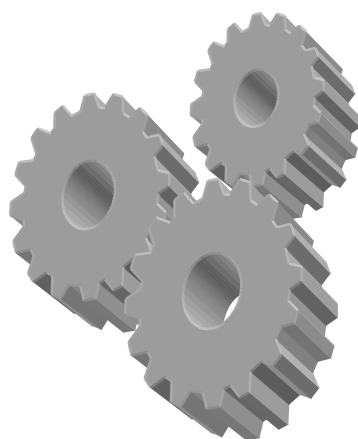
к выполнению практических работ
по дисциплине

**«Проектирование, расчет и эксплуатация
технологического оборудования»**

для студентов специальности

1 - 37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»

Часть 2



Брест 2010

УДК 629.119

Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Проектирование, расчет и эксплуатация технологического оборудования» для студентов специальности 1- 37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» (часть 2) содержат методику и примеры расчета, исходные данные и справочные материалы для расчета технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей. Данные методические указания могут использоваться для выполнения курсовой работы по данной дисциплине, а также конструкторской части дипломного проекта студентов специальности 1- 37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей».

Составитель: С.В. Монтик, зав. кафедрой ТЭА, доцент, к.т.н.
Я. А. Акулич, ст. преподаватель кафедры ТЭА

Рецензент: начальник технического отдела РУДТП «Автобусный парк № 1» г. Бреста
Заяц Л. Н.

© Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет» 2010

Оглавление

Практическая работа № 5	3
Практическая работа № 6	9
Практическая работа № 7	31
Список использованных источников	41
Приложение А	42
Приложение Б	49

Практическая работа № 5

Определение уровня и степени механизации работ на автотранспортном предприятии

1 Методика определения показателей механизации работ на АТП

В системе автомобильного транспорта расчет уровней механизации на автопредприятиях производится с использованием «Методики оценки уровня и степени механизации и автоматизации производства ТО и ТР подвижного состава автотранспортных предприятий» [1], разработанной Гипроавтотрансом, МАДИ (г. Москва) и НИИАТом, в основу которой заложен метод определения показателей механизации производства в АТП, предложенный МАДИ (кафедра эксплуатации автомобильного транспорта). Этот метод базируется на совместном анализе операций технологических процессов и оборудования, применяемого при выполнении этих операций.

Методика обеспечивает возможность расчета показателей механизации для рабочих мест, постов, участков, подразделений и в целом для автопредприятия.

Оценка механизации производственных процессов производится по двум показателям:

- уровню механизации производственных процессов,
- степени механизации производственных процессов.

Уровень механизации производственных процессов определяет долю механизированного труда в общих трудозатратах.

Степень механизации производственных процессов определяет замещение рабочих функций человека реально применяемым оборудованием в сравнении с полностью автоматизированным технологическим процессом.

Количество замещенных оборудованием рабочих функций человека **определяется «звенностью» оборудования**. По этому принципу все средства механизации подразделяются на семь групп:

- 1) ручные орудия труда, звенность $Z = 0$;
- 2) машины ручного действия без специального источника энергии, звенность $Z = 1$;
- 3) механизированные ручные машины с подводом энергии от специального источника, звенность $Z=2$;
- 4) механизированные машины, звенность $Z = 3$;
- 5) машины-полуавтоматы, звенность $Z = 3,5$;
- 6) машины-автоматы, звенность $Z = 4$;
- 7) гибкие автоматизированные производства (ГАП), звенность $Z = 5$.

Сопоставляя количество имеющихся звеньев с максимально возможным, можно оценить технический уровень любой машины с точки зрения замещения человека в процессе труда.

В таблице 5.1 представлена классификация машин по принципу звенности, дана их краткая характеристика и примеры соответствия каждой группе оборудования.

С учетом специфики производственных процессов на АТП максимальная звенность оборудования принимается $Z = 4$.

Таблица 5.1 – Классификация машин по принципу звенности, их краткая характеристика

Наименование	Звенность	Функции, выполняемые машиной	Функции, выполняемые рабочим	Примеры технических средств, относящихся к данной группе
1. Ручной инструмент	0	-	Выполнение всех рабочих функций	Ручной инструмент, гаечные ключи, отвертки, линейки
2. Машина ручного действия	1	Передаточный механизм преобразует сообщаемые орудию труда усилия человека	Занят непрерывно: сообщение орудию труда необходимых усилий; пространственная ориентация и взаимоперемещение машины-орудия и предмета труда, управление процессом	Механические устройства с ручным приводом; пресс, таль, дрель, транспортная тележка, домкрат. Контрольно-диагностические приборы без подвода внешней энергии
3. Механизованно-ручная машина	2	Машина-двигатель источник движения собственно орудия труда, которое преобразуется посредством передаточного механизма	Занят непрерывно: пространственная ориентация и взаимоперемещение машины-орудия и предмета труда, управление процессом	Механизмы с электро- и гидроприводом: электродрель, электроточило, пневмогайковерты, газовые горелки, электропаяльники. Подъемники, маслораздаточное оборудование, контрольно-диагностические приборы с подводом внешней энергии

Наименование	Звеньность	Функции, выполняемые машиной	Функции, выполняемые рабочим	Примеры технических средств, относящихся к данной группе
4. Механизированная машина	3	Машина-двигатель, источник движения собственно орудия труда и предмета труда. Передаточный механизм преобразует сообщаемое движение орудию труда или предмету труда, также усилия взаимоперемещения машины-орудия и предмета труда	Занят непрерывно: сообщение, взаимоперемещение машины-орудия труда и предмета труда, управление процессом, периодическая смена предмета труда	Оборудование без системы автоматического управления, универсальные станки, прессы, авто-электрокары, автопогрузчики, кран-балки, контрольно-диагностические стенды, автомобили
5. Машина-полуавтомат	3,5	Дополнительно к функции механизированной машины: машина-двигатель посредством передаточного механизма обеспечивает взаимоперемещение машины-орудия и предмета труда. Контрольно-управляющее устройство обеспечивает работу машины в автоматическом режиме в течение основного времени операции	Рабочий свободен в течение основного времени операции. Периодическая смена предмета труда и частичное управление процессом. Контроль и замена орудия труда, поднастройка машины	Машина с устройством автоматического управления технологическим циклом. Автоматические воздухораздаточные колонки, автоматические мойки без конвейеров, автоматизированное диагностическое оборудование

Наименование	Звеньность	Функции, выполняемые машиной	Функции, выполняемые рабочим	Примеры технических средств, относящихся к данной группе
6. Машина-автомат	4	Дополнительно к функциям машины-полуавтомата контрольно-управляющее устройство обеспечивает автоматическое повторение рабочего цикла при смене однотипных предметов труда	Рабочий свободен в течение времени выполнения операции над партией однотипных предметов труда. Частичное управление процессом, контроль и замена орудий труда, периодическая подстройка машины	Металлорежущие станки-автоматы, гальванические ванны, сушильные и окрасочные комплексы, которые настроены автоматически. Автоматические линии мойки автомобилей с конвейером. Роботы-манипуляторы, штабелеры с автоматическим адресованием

Определение показателей механизации конкретного АТП проводят в следующем порядке. Перед началом расчета проводится обследование автохозяйства. При этом определяют списочный состав подвижного состава по маркам и наличие оборудования, используемого в производственной зоне и складском хозяйстве. Затем производят расчет частных показателей механизации по всем видам технических воздействий: ЕО, ТО-1, ТО-2, Д-1, Д-2, а также складских и вспомогательных работ в соответствии с перечнем, регламентированным «Методикой...».

Частные показатели механизации производственных процессов рассчитывают:

- для смешанного АТП, осуществляющего грузовые и пассажирские перевозки; для каждого типа подвижного состава;
- для смешанного АТП, осуществляющего пассажирские перевозки на автобусах и легковых автомобилях.

При равном количестве автомобилей различных моделей в пределах одного типа подвижного состава расчет проводится по модели, имеющей наибольшую трудоемкость ТО и Р.

Частные показатели по складским и вспомогательным работам по АТП в целом рассчитываются независимо от типов эксплуатируемого подвижного состава.

По полученным частным показателям определяют показатели по АТП в целом.

Формулы для расчета показателей механизации основываются на двух принципиальных зависимостях (5.1) и (5.2).

Уровень Y механизации производственных процессов:

$$Y = \frac{T_M}{T_O} \cdot 100\%, \quad (5.1)$$

где T_M — трудоемкость механизированных операций процесса (определяется из применяемой технологической документации), чел.- мин; T_O — общая трудоемкость всех опе-

раций процесса (определяется из применяемой технологической документации), чел.-мин.

Степень С механизации производственных процессов:

$$C = \frac{M}{4 \cdot H} \cdot 100\% \quad (5.2)$$

где $M = 1M_1 + 2M_2 + 3M_3 + 3,5M_{3,5} + 4M_4$; M_1 ; M_2 ; M_3 ; $M_{3,5}$; M_4 — количество механизированных операций, выполняемых с применением оборудования с соответствующей звенностью; H — общее число операций.

Полученные фактические уровни механизации по производственным зонам и участкам автопредприятия уравниваются с нормативными и делается вывод о состоянии дел с механизацией, разрабатываются меры по дооснащению недостаточно укомплектованных технологическим оборудованием подразделений.

По формулам (5.1) и (5.2) производят расчет для каждого вида ТО, ТР и каждого вида складских и вспомогательных операций.

Пример расчета уровня и степени механизации представлен в таблице 5.2

С учетом новых технологий и выпуска более совершенного оборудования показатели механизации процессов ТО и ТР в процентах согласно ОНТП [3] должны быть не ниже следующих значений: автономные АТП – 30-40%, эксплуатационные филиалы – 25-30%, производственные филиалы - 35-40%, БЦТО и ПТК – 40-45%, ЦСП – 45-50%. При этом удельный вес рабочих, кроме водителей, занятых ручным трудом, в целом не должен превышать 25-35%.

Если показатели уровня механизации окажутся ниже рекомендуемых, то следует проанализировать работы, выполняемые вручную с целью возможности их механизации, а также замены отелных видов оборудования на более производительное, или предусмотреть в производственных процессах дополнительное оборудование, обеспечивающее повышение уровня механизации.

Таблица 5.2 - Расчет показателей механизации для смазочных и заправочных работ первого технического обслуживания автобуса МАЗ-103 (часть операций)

Наименование видов работ, наименование механизированных операций	Наименование, марка оборудования	Значение Mz , при звенности Z оборудования					Сумма $Mz \cdot Z$ M	Трудоемкость, чел.-мин.	
		1	2	3	3,5	4		T_m	T_o
1. Проверить и довести до нормы уровень масла в бачке гидропривода вентилятора	Емкость	-	-	-	-	-	0	0	3,0
2. Проверить уровень масла в карте коробки передач, ГМП, при необходимости долить	Ключ гаечный открытый 19 мм, установка мод. С-223-1 заправочная для трансмиссионных масел, переносная лампа, упоры противооткатные	+	-	-	-	-	1	4,0	4,0

Наименование видов работ, наименование механизированных операций	Наименование, марка оборудования	Значение Mz, при звенности Z оборудования					Сумма Mz*Z M	Трудоемкость, чел.-мин.	
		1	2	3	3,5	4		Tм	To
3. Смазать втулки валов разжимных кулаков тормозов передней оси, заднего моста.	Нагнетатель смазочный мод. С 321 (солидоло-нагнетатель)	-	+	-	-	-	2	7,0	7,0
4. Смазать шлицы карданного вала привода ведущего моста	Шприц рычажно-плунжерный мод. 142,	+	-	-	-	-	1	2,0	2,0
<i>Итого по операциям:</i>		2	1	0	0	0	4	13,0	16,0

Общее количество операций в рассмотренном фрагменте H=4.

Уровень Y механизации операций

$$Y = \frac{T_M}{T_o} \cdot 100\% = \frac{4,0 + 7,0 + 2,0}{16,0} \cdot 100\% = 81,25\%$$

Степень C механизации операций:

$$C = \frac{M}{4 \cdot H} \cdot 100\% = \frac{1 \cdot M_1 + 2 \cdot M_2 + 3 \cdot M_3 + 3,5 \cdot M_{3,5} + 4 \cdot M_4}{4 \cdot H} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{1 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 3 \cdot 0 + 3,5 \cdot 0 + 4 \cdot 0}{4 \cdot 4} \cdot 100\% = 25\%$$

2 Задание

Выполнить расчет уровня и степени механизации фрагмента технологического процесса в соответствии с заданным вариантом (см. таблицу Б.1), письменно ответить на контрольные вопросы. Если в технологической карте указана не трудоемкость выполнения операции, а нормы основного и вспомогательного времени на выполнение операции, то расчет уровня механизации возможно по формуле (5.1), но вместо трудоемкости подставлять норму основного времени на операцию.

3 Содержание отчета

Тема, вариант, таблица расчета показателей механизации (по аналогии с таблицей 5.2) и расчет уровня и степени механизации работ по заданному варианту, ответы на контрольные вопросы.

4 Контрольные вопросы

1. Что такое уровень механизации производственных процессов, как он определяется?
2. Что такое степень механизации производственных процессов, как она определяется?
3. Как определяется звенность оборудования?
4. Как подразделяется оборудование по принципу звенности? Приведите примеры оборудования, относящегося к каждой группе.

Практическая работа № 6

Изучение конструкции и принципа действия тормозных стендов, их функциональный расчет

1 Методы испытаний тормозных систем

Согласно действующим стандартам, применяется **два основных метода диагностирования тормозных систем – дорожный и стендовый**. Для них установлены следующие контролируемые параметры.

При проведении *дорожных испытаний*: тормозной путь, установившееся замедление, устойчивость при торможении, время срабатывания тормозной системы, уклон дороги, на котором должно неподвижно удерживаться транспортное средство.

При проведении *стендовых испытаний*: общая удельная тормозная сила; коэффициент неравномерности (относительная неравномерность) тормозных сил колес оси; время срабатывания тормозной системы, а для автопоезда еще дополнительно: коэффициент совместимости звеньев автопоезда и асинхронность времени срабатывания тормозного привода.

2 Виды стендов

Статические силовые стенды для диагностирования тормозов автомобиля представляют собой роликовые или платформенные устройства, предназначенные для проворачивания «срыва» заторможенного колеса и измерения прикладываемой при этом силы (рис.6.1). Такие стенды могут иметь гидравлический, пневматический или механический приводы. Измерение тормозной силы возможно при вывешенном колесе или при его опоре на гладкие беговые барабаны. Недостатком статического способа диагностирования тормозов является неточность результатов, при которой не воспроизводятся условия реального динамического процесса торможения.

Принцип действия **инерционного платформенного стенда** основан на измерении сил инерции (от поступательно и вращательно движущихся масс автомобиля), возникающих при его торможении и приложенных в местах контакта колес с динамометрическими платформами.

Платформенный инерционный стенд предназначен для общего экспресс-диагностирования тормозных систем автомобиля (рис. 6.2) [1, 4]. Он состоит из четырех подвижных платформ с рифленой поверхностью, на которые автомобиль наезжает колесами со скоростью 6...12 км/ч, останавливаясь при резком торможении. Под влиянием возникающих при этом сил инерции автомобиля и сил трения между шинами и поверхностью площадок происходит перемещение платформы, пропорциональное тормозной силе, воспринимаемое жидкостным, механическим или электронным датчиками и фиксируемое измерительными приборами, расположенными на пульте. Недостатки платформенного стенда: большая площадь, занимаемая стендом (с учетом места, необходимого для предварительного разгона автомобиля); зависимость результатов от точности заезда на платформы; нестабильность коэффициента сцепления; необходимость повторных контрольных заездов после устранения недостатков; недостаточная безопасность проведения диагностирования; затруднено повторное проведение измерений; можно определить лишь максимальное тормозное усилие; нельзя определить усилие на педали тормоза.

Такие стенды иногда используются на предприятиях автотехобслуживания для входного контроля тормозных систем или для экспресс-диагностирования транспортных средств.

Инерционные роликовые стенды (рис.6.3) [1, 4] состоят из роликов, которые могут иметь привод от электродвигателя или от двигателя автомобиля. В последнем случае ведущие колеса автомобиля приводят во вращение ролики стенда, а от них при помощи механической передачи и передние, ведомые, колеса.

После установки автомобиля на инерционный стенд доводят окружную скорость колес до 50...70 км/ч и резко тормозят, одновременно разобщая все каретки стенда путем выключения электромагнитных муфт. При этом в местах контакта колес с роликами (лентами) стенда возникают силы инерции, противодействующие тормозным силам. Через некоторое время вращение барабанов стенда и колес автомобиля прекращается. Пути, пройденные каждым колесом автомобиля за это время, или угловое замедление барабана будут эквивалентны их тормозным путям и тормозным силам.

Тормозной путь определяют по числу оборотов роликов стенда, фиксируемой счетчиком, или по продолжительности их вращения, измеряемой секундомером, а замедление – угловым деселерометром.

Метод, реализуемый инерционным роликовым стендом, создает условия торможения автомобиля, максимально приближенные к реальным. Но в силу дороговизны стенда, недостаточной безопасности, трудоемкости и слишком большого времени, потребного на диагностирование стенд такого типа нерационально использовать при проведении диагностирования на автопредприятиях и при гостехосмотре.

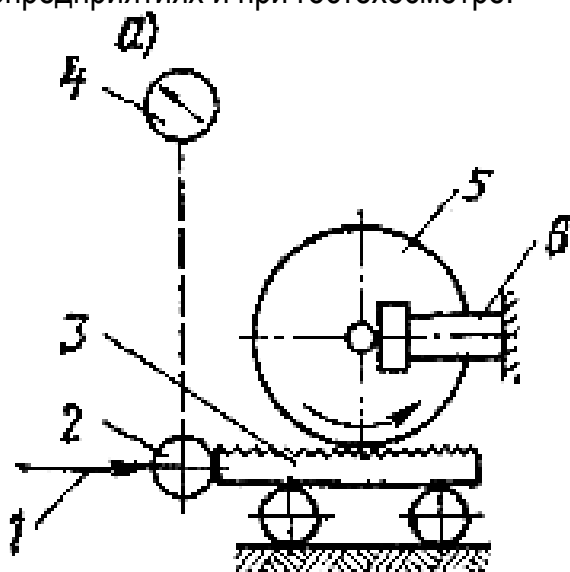


Рисунок 6.1 - Схемы устройств проверки тормозов: а - с подвижной платформой; 1 - сила давления от гидравлического или пневматического привода стенда, 2 — датчик давления; 3— подвижная платформа; 4 —измеритель тормозной силы; 5 — колесо автомобиля; 6 - упор, удерживающий автомобиль от перемещения

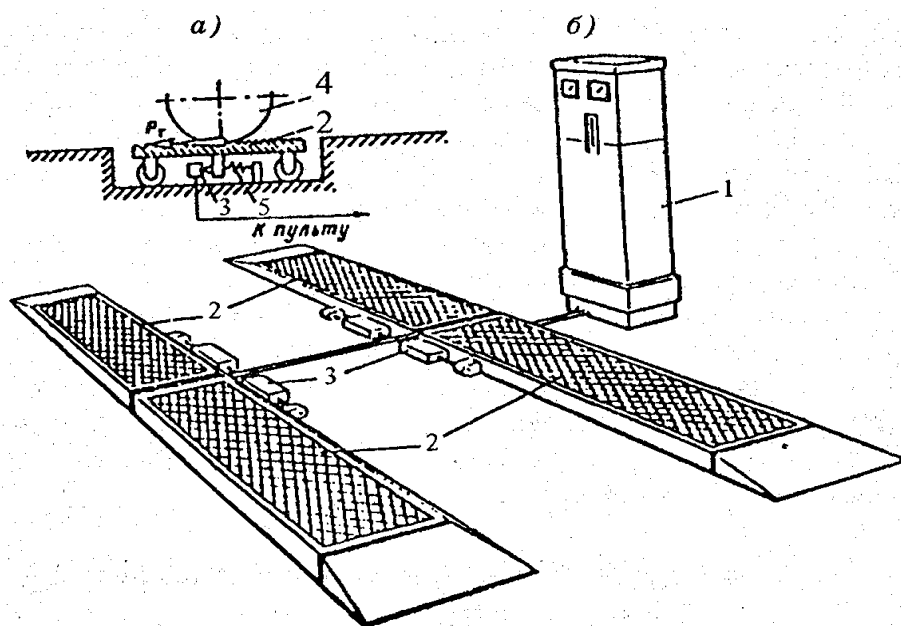


Рисунок 6.2 - Платформенный инерционный тормозной стенд: а - принцип действия; б - общий вид: 1 - измерительный пульт; 2 - платформа; 3 - датчики перемещения платформы; 4 — колесо автомобиля; 5 — возвратная пружина

Силовые роликовые тормозные стенды с использованием сил сцепления колеса с роликом позволяют измерить тормозные силы в процессе его вращения со скоростью 2...10 км/час. Такая скорость выбрана с тем условием, что повышение скорости более 10 км/час дает незначительное приращение информации о работоспособности тормозной системы. Тормозную силу каждого колеса измеряют, затормаживая его. Вращение колес осуществляется роликами стенда от электродвигателя. Тормозные силы определяют по величине реактивного момента, возникающего на статоре мотор-редуктора стенда при торможении колес. Более подробное описание их работы и устройства – см. ниже.

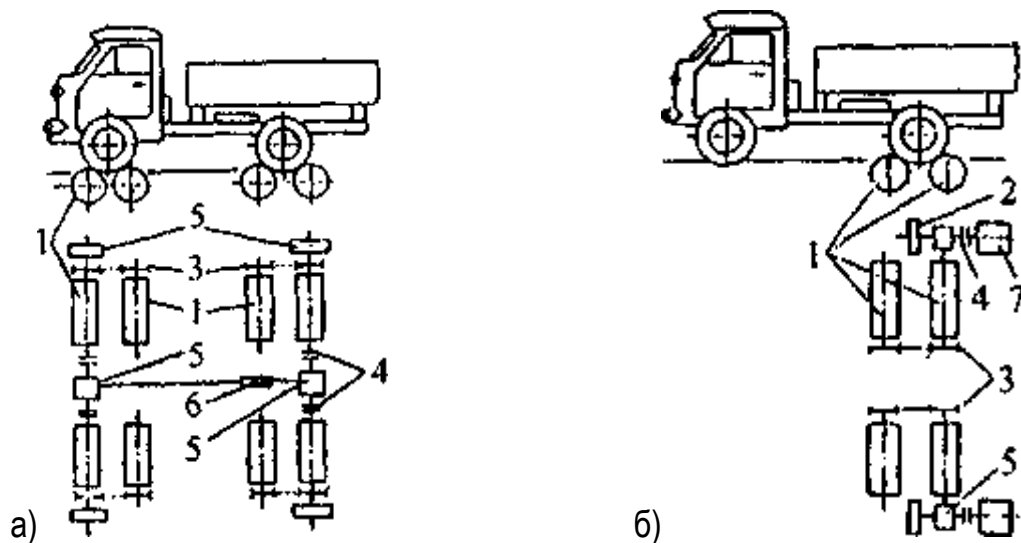


Рисунок 6.3 - Инерционные роликовые стенды для диагностики тормозов. а - с приводом от ведущих колес автомобиля; б— с электроприводом: 1 - ролик; 2 - маховик; 3 - цепная передача; 4 – соединительные электромагнитные муфты; 5 - редуктор; 6 - передаточный вал; 7 - электродвигатель

Силовые роликовые тормозные стенды позволяют получать достаточно точные результаты проверки тормозных систем. При каждом повторении испытания они способны обеспечить условия (прежде всего скорость вращения колес), абсолютно одинаковые с предыдущими, что обеспечивается точным заданием начальной скорости торможения внешним приводом. Кроме того, при испытании на силовых роликовых тормозных стендах предусмотрено измерение так называемой «овальности» – оценка неравномерности тормозных сил за один оборот колеса, то есть, исследуется вся поверхность торможения. Есть еще одно важное условие – это безопасность испытаний

3 Принципиальное устройство роликовых стендов для диагностирования тормозных систем

Основными компонентами стенда для диагностики тормозных систем обычно являются два взаимонезависимых комплекта роликов, размещенных в опорно-воспринимающем устройстве 1, соответственно, для левой и правой сторон автомобиля, силовой шкаф 2, стойка управления 3, пульта дистанционного управления и силоизмерительное устройство давления на тормозную педаль (рис. 6.4). Автотранспортное средство устанавливается на испытательный стенд так, чтобы колеса проверяемой оси располагались на роликах.

Опорно-воспринимающее устройство (рисунок 6.5) состоит из рамы 1 коробчатого сечения, в которой на сферических самоустанавливающихся подшипниках установлены две пары опорных роликов 2, 3 и 4, 5, связанные, попарно каждая, между собой приводной цепью.

Ролики 2 и 5 связаны посредством «глухих» муфт-звездочек с соосно расположенными мотор-редукторами 6 и 7. Каждая пара роликов имеет автономный привод от соединенного с ним жестким валом электродвигателя мощностью 4...13 кВт. Электрический двигатель мотор-редуктора приводит ролики в движение и затем поддерживает постоянную скорость вращения. Приводные двигатели для комплектов роликов могут приводиться в действие или дистанционным управлением, с помощью которого команды на измерения можно подавать из автомобиля или с помощью интегрального автоматического двухпозиционного переключателя.

Как, правило, в качестве редукторов используются планетарные редукторы, имеющие высокие передаточные отношения (32...34), что позволяет получать небольшую скорость вращения роликов. Электродвигатель переменного тока приводит в движение ведущий ролик посредством зубчатой передачи. Задние концы мотор-редукторов установлены в сферических подшипниках, при этом мотор-редукторы оказываются балансирующе-подвешенными. Корпуса мотор-редукторов связаны с тензометрическими датчиками 8 и 9.

Между опорными роликами установлены свободно вращающиеся подпружиненные следящие ролики 10 и 11, имеющие по два датчика:

- датчик наличия автомобиля на опорных роликах, который при опускании следящего ролика выдает соответствующий сигнал;
- датчик слежения вращения колеса, выдающий соответствующие сигналы при вращении колеса диагностируемого транспортного средства.

На раме внизу под опорными роликами установлены четыре датчика веса 12, имеющие на концах упоры для установки и фиксации устройства опорного в фундаментной яме (или на раме).

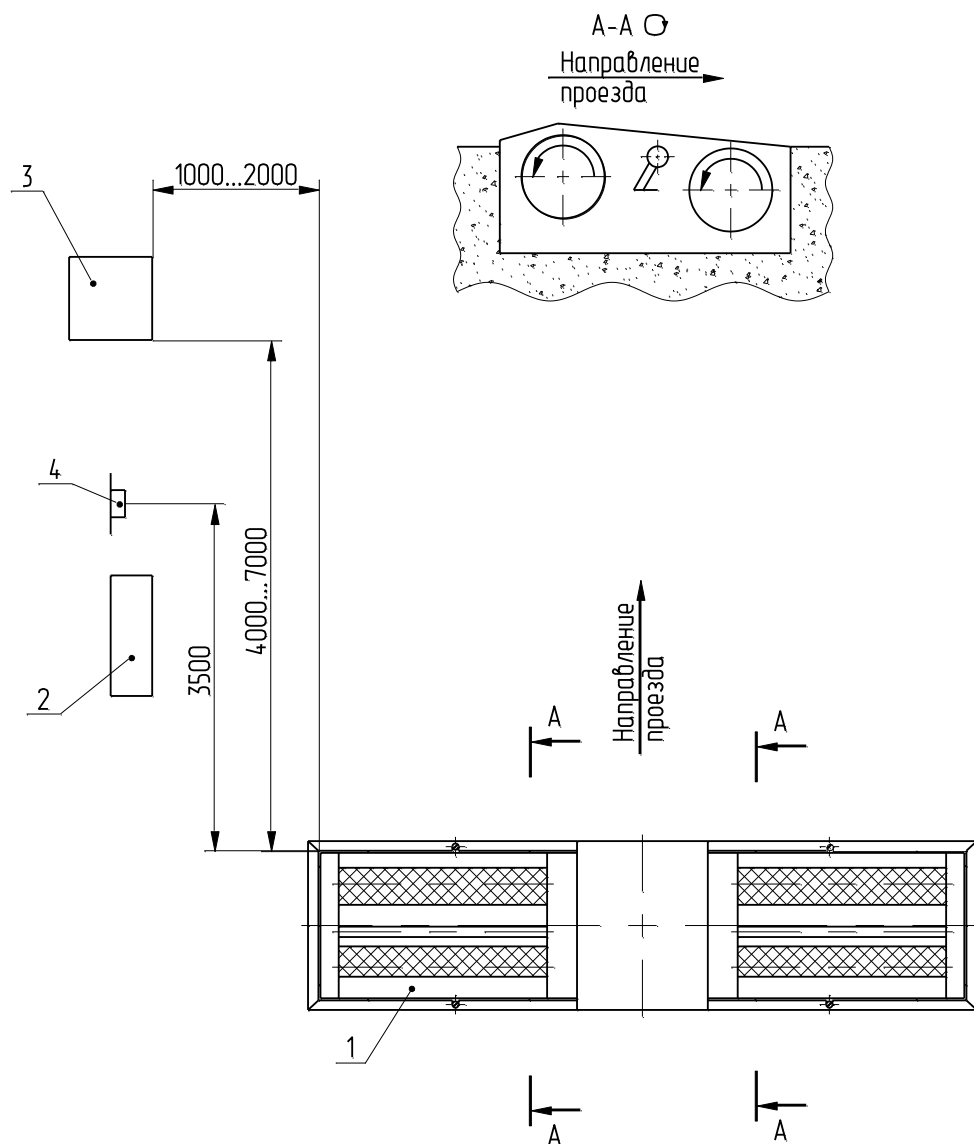


Рисунок 6.4 - Комплектация стенда для проверки тормозных систем: 1 – комплект роликов; 2 – силовой шкаф; 3 – стойка с пультом управления; 4 – розетка для подключения стойки управления

Раму опорно-воспринимающего устройства укладывают на резиновые подкладки, чтобы погасить вибрацию. Поверхности роликов силовых стендов делают рифлеными со стальной наваркой, обеспечивающей постоянный коэффициент сцепления по мере износа роликов, или же покрывают базальтом, бетоном и другими материалами, обеспечивающими хорошее сцепление шин. Для лучшего сцепления роликов с шинами колес оба ролика делают ведущими, а расстояние между ними таким, чтобы обеспечить невозможность съезда автомобиля со стенда при торможении. Выезд автомобиля со стенда после проверки тормозов ведущей оси обеспечивается реактивным моментом мотор-редукторов или подъемниками, расположенными между роликами. Иногда для этой це-

ли один из роликов (со стороны выезда) снабжают устройством, допускающим вращение только в одну сторону.

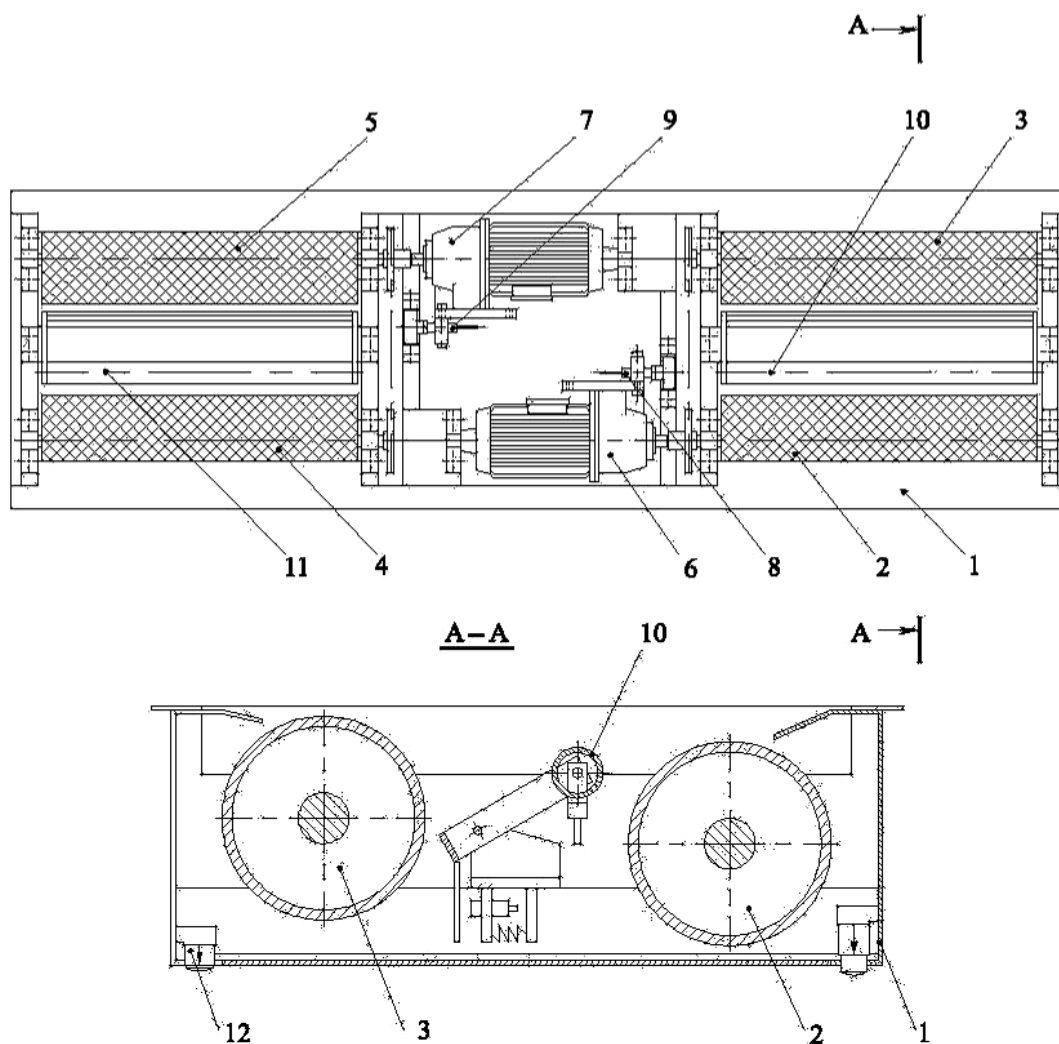


Рисунок 6.5 - Опорно-воспринимающее устройство: 1 – рама; 2, 3, 4, 5 – ролики; 6, 7 – мотор-редукторы; 8, 9 – тензометрические датчики; 10, 11 – следящие ролики; 12 – датчики веса

Кинематическая схема опорно-воспринимающего устройства силового тормозного стенда приведена на рисунке 6.6.

Для контроля усилия нажатия на тормозную педаль применяется специальное силоизмерительное приспособление – педаметр. Силоизмерительное устройство (рис. 6.7) состоит из датчика давления на тормозную педаль 1, и указателя усилия нажатия на тормозную педаль 2.

Датчик давления 1 фиксируют на педали тормоза, а указатель усилия устанавливают в любом удобном месте или удерживают в руке. При нажатии на педаль тормоза через датчик давления в полости корпуса датчика пропорционально приложенной силе создается давление, контроль которого осуществляется по указателю.

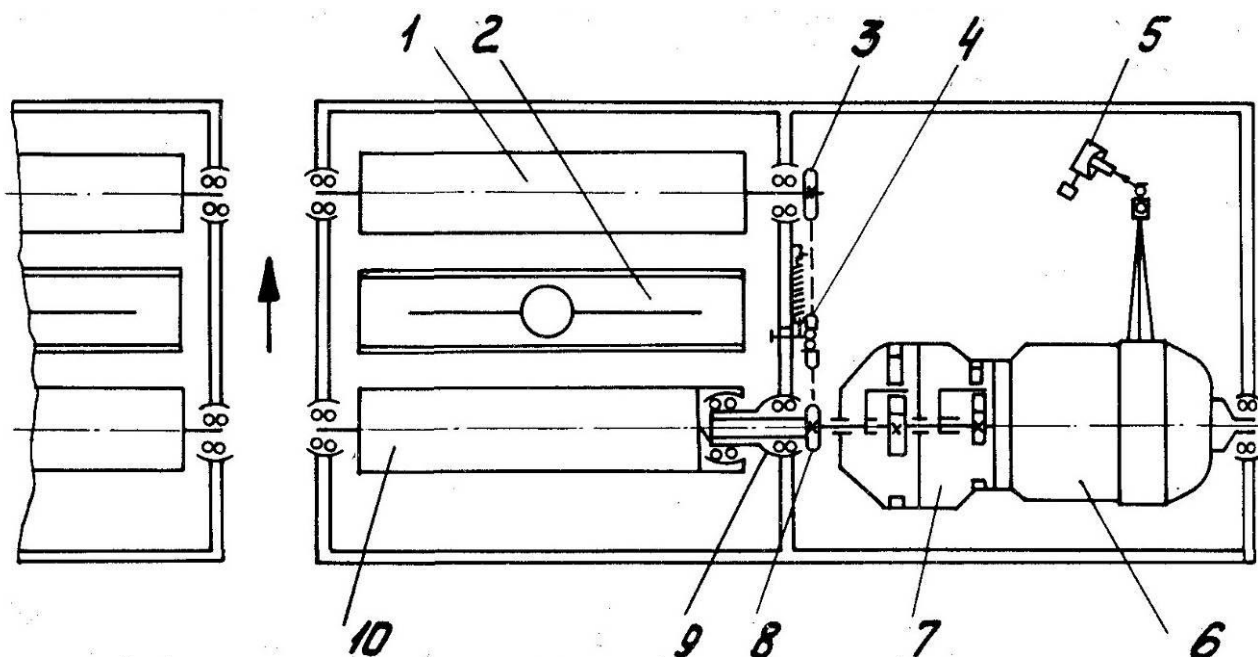


Рисунок 6.6 – Кинематическая схема опорно-воспринимающего устройства силового тормозного стенда модели К-208М: 1- ведомый беговой ролик, 2 – пневмоподъемник, 3 – ведомая звездочка цепной передачи привода ведомого ролика, 4 – натяжной ролик; 5 - нагрузочное устройство системы замеров; 6 – электродвигатель; 7 – планетарный редуктор (двухступенчатый); 8 – ведущая звездочка; 9 – втулочно-пальцевая муфта; 10 – ведущий беговой ролик

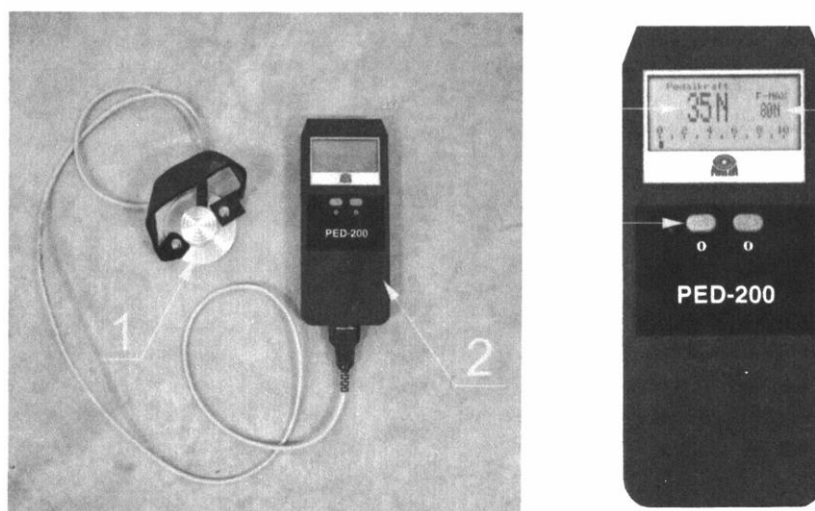


Рисунок 6.7 - Устройство силоизмерительное

3 Принцип действия силовых роликовых стендов и особенности проверки тормозных систем [4]

При въезде автомобиля на тормозной стенд производится измерение веса оси, если имеется взвешивающее устройство. При отсутствии взвешивающего устройства вес оси может вводиться с данных другого стенда, например для проверки амортизаторов. Когда автотранспортное средство устанавливается на испытательный стенд, то следящие ролики нажимаются вниз и передают стенду сигнал о приведение стенда в действие. Для включения тормозного стенда должны быть нажаты оба ролика. В дальнейшем следя-

щие ролики служат для определения проскальзывания шины относительно беговых роликов и дают сигнал на отключение приводных мотор-редукторов при проскальзывании.

Принцип действия стенов основан на преобразовании тензорезисторными датчиками реактивных моментов тормозных сил, возникающих при торможении колес автомобиля, а также силы тяжести, создаваемой осью автомобиля на роликовые агрегаты в аналоговые электрические сигналы. Во время торможения в зависимости от величины тормозной силы на балансирующем подвешенном мотор-редукторе возникает реактивный момент. Корпус мотор-редуктора при этом поворачивается на угол, пропорциональный тормозной силе. Реактивный момент, возникающий при вращении мотор-редуктора, воспринимается тензометрическими датчиками 8 и 9, один конец которых закреплен на лапах мотор-редукторов, а второй конец – на раме 1 (см. рис. 6.5). Сигналы с тензометрических датчиков в зависимости от реактивных моментов тормозных сил, возникающих при торможении колес автомобиля, а также силы тяжести, создаваемой осью автомобиля на роликовые установки преобразуются в аналоговые электрические сигналы.

Скорость вращения роликов тормозного стенода сравнивается со скоростью вращения следящих роликов. Разница между скоростями вращения следящих роликов и роликов тормозного стенода дает величину проскальзывания. Стеноды автоматически отключают привод роликов тормозного стенода при таком проскальзывании, что предохраняет шины от повреждений. При проверке обычно тормозят до тех пор, пока, по меньшей мере, один следящий ролик не отметит превышение нормативной величины проскальзывания и, таким образом, не отключит приводные двигатели. При достижении одним колесом установленной границы проскальзывания, оба ролика отключаются. Максимальные измеренные значения записываются как максимальная тормозная сила.

Проскальзывание колеса зависит от состояния роликов и их влажности. Коэффициент трения стальных роликов составляет: сухих около 0,9, мокрых около 0,7; базальтовых: сухих около 0,9, мокрых около 0,8.

Однако, максимальное значение тормозной силы может фиксироваться как при наличии проскальзывания колеса, так и без проскальзывания.

Если проскальзывание не будет достигнуто, то тормозная сила, полученная при нормативном усилии нажатия на педаль, будет принята за максимальную тормозную силу.

На мониторе или приборной стойке отображается усилие на прокручивание незаторможенного колеса. Этот параметр характеризует состояние подшипников ступиц колес, зазоров между колодками и барабаном (диском), сопротивление в трансмиссии.

Перед проведением диагностирования может проводиться режим просушки, который осуществляется многократным нажатием на тормозную педаль. Эта операция необходима для проверки влажных колес, чтобы удалить влагу из тормозных механизмов и частично просушить шины.

Проверка усилия на тормозной педали позволяет не только определять нормируемые значения, но также определять работоспособность вакуумного усилителя тормозной системы и сравнивать режимы работы колесных тормозных механизмов.

Сигналы от тензорезисторных датчиков поступают в аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), а затем в микропроцессорный контроллер и ПЭВМ, где они автоматически обрабатываются по специальной программе. По результатам измерений тормозных сил и массы автомобиля вычисляется осевая и общая удельная тормозная сила и неравно-

мерность тормозных сил. Результаты измерений и вычисленные значения представляются в виде графических и цифровых результатов на мониторе ПЭВМ и распечатываются в виде протокола измерений печатающим устройством.

В процессе диагностирования может измеряться овальность тормозных барабанов (неравномерность толщины тормозных дисков). Этот параметр определяется как разность между максимальным и минимальным тормозными усилиями за один оборот колеса при постоянном положении педали тормоза. Этот параметр не является контролируемым при гостехосмотре, однако он может использоваться в качестве диагностического при поиске неисправностей. При помощи этого измерения можно, например, определить отклонения от окружности тормозного барабана или биение тормозного диска.

4 Измерители эффективности тормозных систем автомобилей дорожным методом

Эффективность действия тормозных систем автомобиля в определенных условиях проверяется с помощью специальных измерителей – **деселерометров** или **деселерографов**. Такие измерители применяются при отсутствии тормозных стендов и в полевых условиях.

Замедление автомобиля определяют на ровном горизонтальном участке дороги с ровным, сухим, чистым цементно- или асфальтобетонным покрытием. Транспортное средство в снаряженном состоянии разгоняют и резко тормозят однократным нажатием на педаль ножного тормоза. Принцип работы деселерометра заключается в фиксации пути перемещения подвижной инерционной массы прибора относительно его корпуса, неподвижно закрепленного на автомобиле (рис. 6.8). Это перемещение происходит под действием силы инерции, возникающей при торможении автомобиля и пропорциональной его замедлению. Инерционной массой деселерометра могут служить поступательно движущийся груз, маятник, жидкость или датчик ускорения, а измерителем — стрелочное устройство, шкала, сигнальная лампа, самописец, компостер и пр. Для обеспечения устойчивости показаний деселерометр снабжают демпфером (жидкостным, воздушным, пружинным), а для удобства измерений – механизмом, фиксирующим максимальное замедление.

Наиболее широко распространенным измерителем эффективности тормозных систем автомобилей является измеритель «Эффект» (Россия), общий вид которого показан на рис. 6.9 [4]. Прибор определяет, установившееся замедление, пиковое значение усилия нажатия на педаль, длину тормозного пути, время срабатывания тормозной системы, начальную скорость торможения и линейное отклонение транспортного средства, а также производит пересчет нормы тормозного пути к реальной начальной скорости торможения.

Для проверки эффективности тормозной системы прибор крепится на стекле правой или левой двери автомобиля, при предварительно опущенном стекле. Стрелка расположения прибора должна совпадать с направлением движения проверяемого автомобиля. На педаль тормозной системы устанавливается датчик усилия. Кабель датчика усилия подключается к приборному блоку в зависимости от используемого источника: бортовой сети автомобиля или аккумуляторной батареи входящей в комплект прибора. В приборе имеется возможность распечатки информации с помощью специального кабеля.

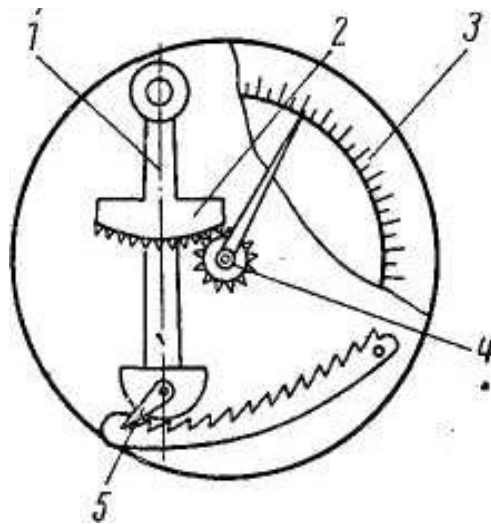


Рисунок 6.8 - Принципиальная схема маятникового деселерометра: 1 — маятник (инерционная масса); 2 — зубчатый сектор; 3 — шкала замедлений; 4 — малая шестерня со стрелкой; 5 — храповой механизм, фиксирующий маятник.

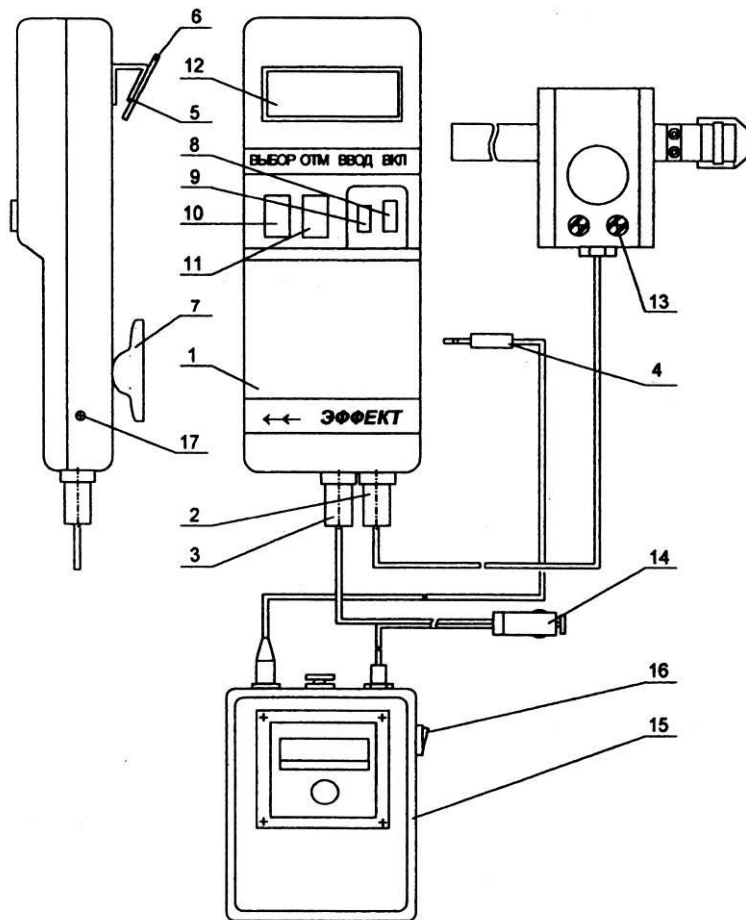


Рисунок 6.9 - Общий вид измерителя эффективности тормозных систем «Эффект»: 1 — приборный блок; 2 — разъем кабеля датчика усилия; 3 — разъем кабеля питания; 4 — разъем кабеля принтера; 5 — зажим; 6 — ручка зажима; 7 — присоска; 8 — кнопка включения питания "ВКЛ"; 9 — кнопка "ВВОД"; 10 — кнопка "ВЫБОР"; 11 — кнопка "ОТМЕНА"; 12 — индикатор; 13 — датчик усилия; 14 — разъем для подключения к гнезду прикуривателя; 15 — принтер; 16 — кнопка включения питания принтера; 17 — гнездо для подключения принтера (компьютера).

5 Примеры тормозных стендов

5.1 Платформенный тормозной стенд для легковых автомобилей и фургон-нов модель MPP 2140 фирмы МАНА Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG

Двухплатформенный тормозной стенд для экспресс-диагностики транспортных средств. Его характеристики: допустимая нагрузка на ось 4 т, размеры платформы (L x B x H) - 915 x 600 x 44 мм, размеры светодиодного дисплея (H x B x T) - 350 x 800 x 80 мм, пределы измерения тормозных сил - 0 -12 кН, питание 220 В, 50 Гц.

По принципу действия стенд можно отнести к *статическим силовым стендам*.

5.2 Стенд тормозной универсальный СТМ 8000 [5]

5.2.1 Основные технические характеристики

Стенд предназначен для контроля эффективности тормозных систем легковых, грузовых автомобилей, автобусов, а также многоосных и полноприводных автомобилей с осевой нагрузкой до 8000 кг, шириной колеи 960-2800 мм.

Стенд обеспечивает определение следующих параметров: масса оси; усилие на органе управления; удельная тормозная сила; относительная разность тормозных сил одной оси; время срабатывания тормозной системы; овальность колес диагностируемой оси.

Технические характеристики стенда

Начальная скорость торможения, имитируемая на стенде, км/ч, не менее	2
Диапазон измерения тормозной силы на каждом колесе, проверяемой оси, кН	0 – 25
Диапазон измерения усилия на органе управления, Н	0-1000
Номинальная нагрузка на ось, кг	8000
Максимально допустимая нагрузка на ось, кг	10000
Диапазон измерения времени срабатывания тормозной системы, с	0-1,5
Мощность, потребляемая стендом, кВт, не более	12,0
Габаритные размеры, мм, не более	
- роликовая установка	2950x730x350
- стойка управления	590x380x1400
- светофор	70x200x200

Управление работой стенда осуществляется с клавиатуры персонального компьютера. Команды оператору транспортного средства отображаются на экране монитора и дублируются на светофоре или удаленном дисплее, поставляемого по дополнительному заказу.

Отключение привода роликов происходит при достижении установленного значения коэффициента проскальзывания между колесами проверяемого автомобиля и приводными роликами.

Стенд обеспечивает вывод результатов измерений и служебной информации на печатающее устройство. Стенд обеспечивает возможность самостоятельного выезда автомобиля после проверки.

5.2.2 Принцип действия и устройство стенда

Стенд относится к роликовым стендам силового типа, в основе работы которых лежит принцип измерения тормозной силы, передающейся от колес автомобиля через опор-

ные ролики балансирующему электродвигателю и воспринимаемой тензометрическим датчиком, с последующей обработкой результатов на персональном компьютере и выдачей их на экран монитора и печатающее устройство.

Стенд состоит из роликовой установки, стойки управления с персонального компьютера ПК, силовой панели, располагающейся на средней полке стойки управления, светофора или информационного табло и датчика усилия.

Датчик усилия предназначен для измерения усилия на органах управления рабочей и стояночной тормозных систем

5.2.3 Работа стенда

Проверка состояния тормозной системы автомобиля проводится двумя операторами. Оператор-водитель располагается на месте водителя проверяемого автомобиля. Оператор ПЭВМ руководит действиями оператора-водителя. Команды оператору-водителю отображаются на экране монитора, а также дублируются на светофоре или информационном табло. Стенд позволяет производить измерение полного комплекса параметров тормозной системы автомобиля путем последовательной установки всех осей автомобиля на тормозной стенд и измерения всех параметров каждой диагностируемой оси в соответствии с инструкциями рабочей программы и указаниями оператора ПЭВМ. Измерение тормозных сил осуществляется на поверхности колес и отчитывается в килоньютонах (кН).

Принцип работы стенда заключается в принудительном вращении колес диагностируемой оси автомобиля от опорных роликов и измерении сил, возникающих на поверхности опорных роликов при торможении. После въезда диагностируемой оси на роликовую установку и при срабатывании левого и правого датчиков наличия автомобиля производится взвешивание оси с помощью датчиков веса.

Затем приводятся во вращение опорные ролики роликовой установки. Вращение происходит с заданной скоростью от мотор-редукторов. Возникающие при торможении реактивные моменты передаются на датчики, которые вырабатывают электрические сигналы, пропорциональные тормозным силам на каждой паре роликов. Скорость вращения колес автомобиля контролируется следящими роликами, которые прижаты к колесам диагностируемой оси. Скорость вращения следящих роликов контролируется датчиками проскальзывания. Момент начала воздействия на педаль тормоза фиксируется кнопкой, расположенной на датчике усилия, который предназначен также для определения усилия на педаль тормоза.

Сигналы всех датчиков поступают в контроллер датчиков, расположенный на роликовой установке. Сигналы датчиков усиливаются до необходимой величины прецизионными усилителями и поступают в аналого-цифровой преобразователь микропроцессора, который производит предварительную обработку поступающей информации. По запросу от персонального компьютера микропроцессор передает полную информацию о состоянии датчиков тормозного стенда.

5.2.4 Меры безопасности

При монтаже, испытаниях и всех видах технического обслуживания стенда могут возникнуть следующие виды опасностей: электроопасность; опасность травмирования движущимися частями.

Меры, обеспечивающие защиту от электроопасности:

1) На корпусе силового шкафа и на раме роликовой установки установлены заземляющие зажимы.

2) Электрическое сопротивление изоляции между силовыми, а также связанными с ними цепями и заземляющим зажимом силового шкафа не менее 20 МОм.

3) Электрическая изоляция между силовыми, а также связанными с ними цепями и заземляющим зажимом силового шкафа выдерживает в течении одной минуты без пробоя и поверхностного перекрытия действие испытательного напряжения переменного тока 2000 В частотой 50 Гц.

4) Электрическое сопротивление между зажимом контура заземления и заземляющими зажимами силового шкафа и роликовой установки не более 4 Ом.

5) Оперативное отключение силовой части стенда от сети производится выключателем ВЫКЛ красного цвета силового шкафа или кнопкой аварийного останова стенда на стойке управления.

Меры, обеспечивающие защиту от травмирования движущимися частями:

1) Цепные передачи роликовой установки закрыты крышкой.

2) При отключении и восстановлении питания исключено самопроизвольное включение мотор-редукторов роликовой установки.

Меры безопасности при эксплуатации стенда

1) Стенд соответствует классу защиты I по ГОСТ 12.2.007.0-78.4.

2) Силовой шкаф, тормозной стенд и корпус системного блока персонального компьютера должны быть соединены с контуром заземления. Работа на стенде с неисправным заземлением запрещается.

3) Включение рабочего режима стенда должно производиться после проверки работы мотор-редукторов и всех датчиков.

4) При работе со стендом следует строго выполнять инструкции, выдаваемые рабочей программой на экран монитора, светофор и информационное табло.

5) В процессе регламентных работ и ремонта стенда запрещается:

- производить смену деталей под напряжением;

- оставлять без надзора стенд под напряжением.

Работы, не связанные с электрическими схемами стенда, должны производиться после отключения стенда от общей электрической сети.

6) Не реже одного раза в год производить проверку и измерение сопротивления изоляции согласно требованиям "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей".

5.2.5 Техническое обслуживание и текущий ремонт

Общие указания

Техническое обслуживание стенда делится на ежедневное (один раз в смену) и периодическое.

Ежедневное обслуживание стенда производится при его эксплуатации. Периодическое обслуживание включает в себя профилактические работы и техническое обслуживание отдельных узлов стенда, и выполняется с периодичностью, указанной ниже, а также в следующих случаях: ежегодно перед проведением периодической поверки; по-

сле монтажа стенда; после ремонта стенда; после выполнения регулировочных работ; после длительных перерывов в работе.

Если при хранении и транспортировании стенда соблюдены соответствующие условия, техническое обслуживание не производится.

Ежедневное обслуживание стенда производится силами операторов стенда.

К периодическому обслуживанию и проведению профилактических работ допускается персонал, изучивший техническую документацию и имеющий квалификационную группу по технике безопасности не ниже третьей.

При техническом обслуживании необходимо соблюдать меры безопасности, изложенные выше.

Ежедневное техническое обслуживание

В процессе эксплуатации следует содержать стенд в чистоте.

Перед началом работы следует проверить крепление органов управления, надежность соединения разъемов.

Обслуживание роликовой установки - в соответствии с таблицей 6.1.

Профилактические работы

Профилактические работы проводятся при ежегодной проверке технического состояния, при этом визуально проверяется состояние лакокрасочных, гальванических покрытий, крепление деталей и сборочных единиц, контроль крепёжных соединений, надежность паяк и контактных соединений, отсутствие сколов и трещин на деталях из изоляционного материала.

Места, подвергнутые коррозии, следует зачистить и покрыть эмалью (лаком) и смазкой (при необходимости). При визуальном осмотре рекомендуется проверить комплектность стенда и состояние принадлежностей.

Скопление пыли внутри силового шкафа и грязь на поверхности движущихся механических деталей роликовой установки могут вызвать перегрев и повреждение элементов. Удаление пыли следует проводить продувкой сухим воздухом. Снаружи пыль и грязь удаляются мягкой тряпкой и щеткой. Поверхности клавиатуры и монитора следует очищать тампоном, смоченным 40%-ым раствором этилового спирта. Загрязненную поверхность конструктивных элементов стенда можно очищать мягкой тряпкой, увлажненной водой с растворенным в ней синтетическим стиральным порошком.

Запрещается при удалении жировых пятен и пыли применять органические растворители, ацетон, сильнодействующие кислоты и основания, повреждающие целостность защитных покрытий стенда.

Техническое обслуживание роликовой установки стенда

Периодичность и вид смазки узлов роликовой установки:

- цепи привода опорных роликов - 1 раз в месяц, смазка – Литол-24 ;
- мотор-редуктор - 1 раз в год или каждые 750 часов работы мотор-редуктора, смазка - масло трансмиссионное всесезонное ТАД-17И.
- подшипники опорных роликов - 1 раз в 6 месяцев, смазка ЦИАТИМ - 201. Возможна поставка мотор-редукторов без заправки маслом. При этом потребитель сам заполняет их смазкой в количестве 1,7 л по уровню контрольной пробки.

Таблица 6.1 - Перечень и периодичность работ различных видов технического обслуживания

Периодичность обслуживания	Содержание работ. Метод их применения	Технические требования. Материалы, необходимые для проведения работ	Приборы, инструменты
Ежедневно	Визуальная проверка крепления привода роликов, подтяжка крепежа при необходимости.		Ключи гаечные.
Один раз в 3-5 дней	Натяжение цепей	Провисание цепи на участке между опорными роликами 5-10 мм	Линейка 500 ГОСТ 427-55
Один раз в месяц	Проверка уровня масла в приводе	Проверяется при открученной пробке на боковой поверхности. Уровень масла должен находиться на одном уровне с отверстием.	
Через 120 часов после ввода в эксплуатацию, через каждые 500 - 750 часов работы	Замена масла в приводе	ТАД-17И ТУ 0253-018-00219158-96	
1 раз в шесть месяцев	Замена смазки в подшипниковых опорах роликов	Циатим 201 Гост 6267 -74	Ключи гаечные, отвертка, шприц
По мере необходимости	Регулировать осевой зазор в подшипниках промежуточного вала привода	Осевой зазор в пределах 0.05-0,10 мм. Регулировать болтом с контргайкой. Выбрать имеющийся зазор, отпустить болт, выводя его на угол 20-25° законтрить контргайкой.	Ключи гаечные
1 раз в месяц	Смазка цепи	Литол-24	
По мере необходимости	Регулировать величину биения привода	Биение должно быть не более: передняя часть привода 0,05мм, хвостовая часть привода 0.10 мм	Индикатор, магнитная стойка, ключи

Текущий ремонт (см. таблицу 6.2)

Таблица 6.2 - Перечень возможных неисправностей, возможных причин и способов их устранения

<i>Наименование неисправности, внешнее проявление, дополнительные признаки</i>	<i>Вероятная причина</i>	<i>Способ устранения</i>
Не включается питание силовой части стенда	Сгорел предохранитель	Заменить предохранитель
Не включаются двигатели роликовой установки	Сработало тепловое реле защиты	Устранить причину перегрузки, нажать кнопку возврата теплового реле
В режиме "ПРОВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ" при проверке датчиков проскальзывания нет изменений на информационном табло и на экране монитора.	Большой зазор между датчиком и следящим роликом	Уменьшить зазор

6 Функциональный расчет тормозного стенда

Стенды для диагностики тормозных систем автомобиля должен обеспечить: устойчивое положение автомобиля на стенде во время диагностирования, возможность выезда автомобиля со стенда после испытаний, наибольший коэффициент сцепления колеса с поверхностью ролика.

Диаметр ролика влияет на большое количество параметров и эффективность тормозного стенда. Диаметр ролика влияет на величину потерь при качении колеса. При малом диаметре ролика за счет большой деформации шин потери на качение колеса увеличиваются. Радиус ролика выбирают из условия:

$$R_D = (0,4 \dots 0,6) \cdot R_{\dot{E}},$$

$R_{\dot{E}}$ - радиус качения колеса, м.

Для повышения точности и стабильности измерений диагностируемых параметров тормозной системы при экстренном торможении с максимальным тормозным моментом на колесо M_T , необходимо избежать проскальзывания колеса по ролику. Для этого необходимо, чтобы выполнялось условие

$$N_{\dot{E}\dot{N}} \cdot \varphi_{\dot{N}} \cdot R_K \geq M_T,$$

где $N_{\dot{E}\dot{N}}$ - суммарная нормальная реакция колеса относительно опорных поверхностей роликов (сцепной вес колеса); φ_C - коэффициент сцепления колеса с опорной поверхностью роликов; R_K - радиус качения колеса, м.

Для роликового стенда величина N_{KC} равна сумме алгебраической сумме нормальных реакций колеса N_1 и N_2 относительно опорных поверхностей роликов:

$$N_{\dot{E}\dot{N}} = N_1 + N_2$$

При испытаниях автомобиля на роликовом стенде часто бывает

$$N_{\dot{E}\dot{N}} \cdot \varphi_{\dot{N}} \cdot R_K < M_T.$$

Чтобы этого избежать необходимо либо увеличивать φ_C , что сложно, либо N_{KC} . Увеличение N_{KC} на роликовом стенде возможно путем увеличения угла α между вертикалью и соответствующей нормальной реакцией (см. рис. 6.10). Тогда

$$N_1 = N_2 = \frac{G_K}{2 \cos \alpha},$$

где G_K - вес, приходящийся на одно колесо.

Мощность приводного электродвигателя роликового стенда выбирается из условия обеспечения вращения роликов стенда при максимальной тормозной силе. В момент торможения к роликам приложена сумма тормозных сил $\sum P_T$ и сумма сил сопротивления качению

$$\sum P_f = \sum N_{\hat{E}\hat{N}} \cdot f,$$

где f - коэффициент сопротивления качению по роликам стенда, который можно приближенно определить в зависимости от окружной скорости колеса v , км/ч, из выражения

$$f = \frac{115 + v}{10000}.$$

Величина M_T не всегда известна, поэтому для выбора параметров электродвигателя можно принять

$$\sum P_T = \sum N_{\hat{E}\hat{N}} \cdot \varphi_C.$$

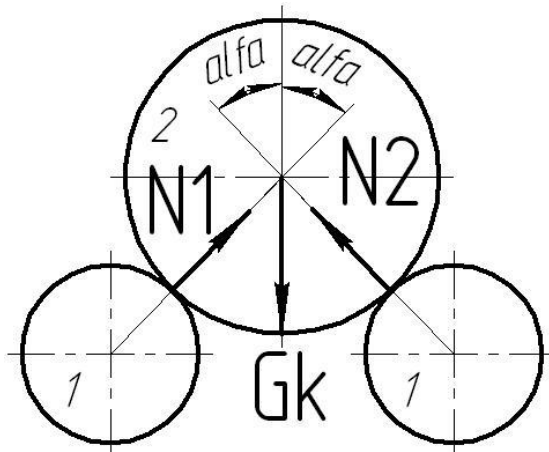


Рисунок 6.10 – Схема действия сил на колесо при диагностировании на роликовом тормозном стенде: 1 – ролики, 2 - колесо

6.1 Последовательность расчета

Исходные данные

Требуемые параметры тормозного стенда: максимальная тормозная сила $P_{T \max}$ (Н), допустимая нагрузка на ось $G_{ось}$ (Н), окружная скорость роликов v (км/ч), диаметр роликов D (мм). Исходные данные для расчета приведены в таблице Б.2.

1 Определяем требуемую частоту вращения ролика стенда исходя из заданной окружной скорости роликов и их диаметра

$$n_D = \frac{v \cdot 10^5}{6\pi D}, i \text{ è } i^{-1}$$

2 Определяем допустимую нагрузку на колесо исходя из заданной нагрузки на ось

$$G_K = G_{i_{\text{н}}}/2$$

3 Определяем требуемую мощность приводного электродвигателя

$$N = \frac{G_K \cdot (\varphi_C + f) \cdot R_p \cdot n_p}{9,55 \cdot 10^6 \cdot \eta \cdot K_{\text{неп}}}, \text{ кВт}$$

где G_K - допустимая нагрузка на колесо, Н; R_p - радиус ролика стэнда, мм; n_p - частота вращения ролика стэнда, мин⁻¹; φ_C - коэффициент сцепления колеса с опорной поверхностью роликов, $\varphi_C = 0,9$ - для сухих стальных или базальтовых роликов; $K_{\text{неп}}$ - коэффициент, учитывающий возможность кратковременной перегрузки двигателя, $K_{\text{неп}} = 1,25$; η - КПД привода стэнда, $\eta = 0,75 \dots 0,85$; f - коэффициент сопротивления качению по роликам стэнда, который можно приближенно определить в зависимости от линейной скорости колеса (равна окружной скорости ролика стэнда) v , км/ч, из выражения

$$f = \frac{115 + v}{10000}$$

4. Выбираем требуемый электродвигатель серии АИР из таблицы А.1 или серии 4А из таблицы А.2 для мотор-редуктора стэнда из условия

$$N_y \geq N, n_y \geq n_p$$

Для выбранного электродвигателя записываем его обозначение, мощность N_y , асинхронную частоту вращения n_y .

5. Определяем требуемое передаточное отношение планетарного редуктора для мотор-редуктора стэнда

$$U_{\text{ДА}} = \frac{n_y}{n_p}$$

Желательно, чтобы передаточное число редуктора находилось в диапазоне $3..9 \leq U_{\text{ДА}} \leq 32..34$ (меньшие передаточные отношения позволяют применять одноступенчатые планетарные редукторы). При невыполнении данного условия необходимо выбрать другой электродвигатель с требуемой мощностью, но другой частотой вращения. В некоторых стэндах передаточное число редуктора может быть равно 100.

7 Расчет планетарного редуктора мотор-редуктора тормозного стэнда

В мотор-редукторах стэнда используются планетарные редукторы, имеющие высокие передаточные отношения (32...34), что позволяет получать небольшую скорость вращения роликов. В зависимости от требуемого передаточного отношения используют одно- или двухступенчатые планетарные редукторы (см. кинематическую схему стэнда на рис. 6.6 и рис. 6.11, 6.12). Двухступенчатые редукторы применяют при больших передаточных отношениях.

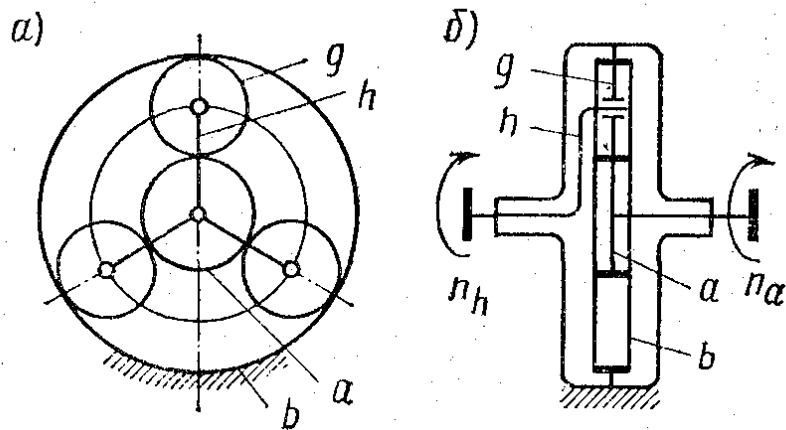


Рисунок 6.11 – Схема одноступенчатого планетарного редуктора: а – центральное колесо с наружными зубьями, б – центральное колесо с внутренними зубьями, h – водило, g – сателлиты

Достоинством планетарной передачи является компактность, малая масса, возможность получать большие передаточные отношения без применения многоступенчатых передач. К недостаткам планетарных передач относят повышенные требования к точности изготовления и монтажа.

В реальных механизмах в большинстве случаев колесо б – заторможено, а - ведущее, h – ведомое (см. рис. 6.11), тогда передаточное отношение планетарного редуктора [8] определяется

$$i_{ah}^b = \frac{n_a}{n_h} = 1 + \frac{Z_b}{Z_a}, \quad (6.1)$$

где n_a , n_h - частоты колеса а и водила h; Z_b , Z_a - числа зубьев колес б и а.

Наибольшее распространение получила планетарная передача, изображенная на рис. 6.11. Рациональные пределы передаточного отношения для такой передачи $i_{ah}^b = 3...6$, при этом КПД передачи $\eta_C = 0,99...0,97$.

При больших передаточных отношениях используются двух- и даже трехступенчатые планетарные передачи (см. рис. 6.12, 6.6). Передаточное отношение передачи будет равно $i = i_1 \cdot i_2$, где i_1 и i_2 - передаточные отношения соответствующих ступеней.

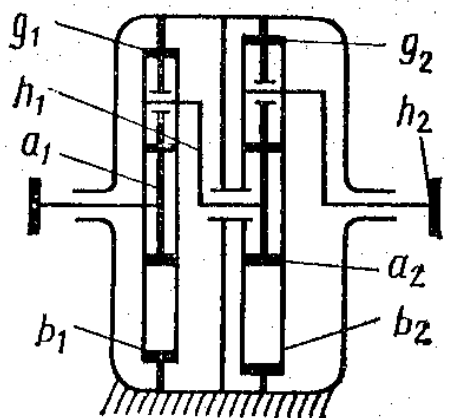


Рисунок 6.12 – Схема двухступенчатого планетарного редуктора

Выбор числа зубьев планетарной передачи связан с кинематическим расчетом и обычно предшествует расчету на прочность. При заданном i_{ah}^b числа зубьев определяют предварительно по формуле (6.1). Полученные значения уточняют по условиям собираемости планетарной передачи, которые включают условия соосности

$$Z_g = (Z_b - Z_a) / 2; \quad (6.2)$$

условия симметричного размещения сателлитов – числа зубьев Z_b и Z_a были кратны числу сателлитов C ; условия соседства – предусматривает наличие гарантированного зазора между сателлитами

$$(Z_a + Z_g) \sin(\pi / C) > (Z_g + 2). \quad (6.3)$$

Силы в зацеплении по условиям сателлита определяются (см. рис. 6.13):

$$F_{ta} = F_{tb} \text{ и } F_{th} = -2F_{ta}, \text{ где } F_{ta} = \frac{2T_a K_C}{(d_a C)}, \quad (6.4)$$

где C - число сателлитов, K_C - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между сателлитами. В передачах с самоустанавливающимся колесом при $C = 3$ принимают $K_C = 1, 1 \dots 1, 2$.

Для проектного расчета по контактным напряжениям можно использовать формулу

$$d_1 = 1,35 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_{ID} \dot{O}_1 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \psi_{bd}} \cdot \frac{K_C}{C} \cdot \left(\frac{u \pm 1}{u}\right)}, \quad (6.5)$$

где d_1 - диаметр меньшего из колес рассматриваемой пары; u - отношение большего числа зубьев к меньшему, знак «+» - для внешнего зацепления, знак «-» - для внутреннего зацепления; E_{ID} - приведенный модуль упругости, $E_{ID} = 2,1 \cdot 10^5 \text{ ГПа}$; $K_{H\beta}$ - коэффициент концентрации нагрузки; $[\sigma_H]$ - допускаемое контактное напряжение, МПа; \dot{O}_1 - крутящий момент на меньшем колесе пары, Н*мм; ψ_{bd} - коэффициент ширины шестерни относительно диаметра, для планетарных передач рекомендуется

$$\psi_{bd} = b_w / d_1 \leq 0,75.$$

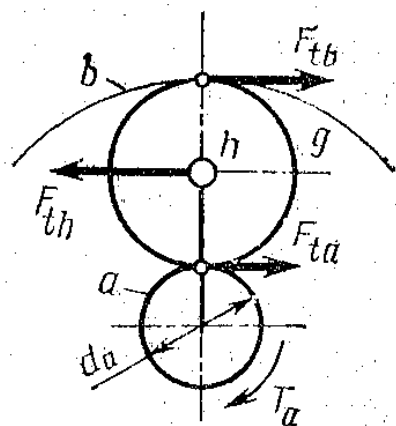


Рисунок 6.13 – Силы в планетарной передаче

7.1 Пример расчета планетарной передачи мотор-редуктора

Необходимо выполнить проектный расчет планетарной передачи мотор-редуктора тормозного стенда. Схема планетарной передачи представлена на рис. 6.11, а сборочные чертежи – на рис. А.1 и А.2 приложения А.

Исходные данные для расчета:

- 1) Мощность на центральном колесе с наружными зубьями P_a (кВт), которая определяется как мощность приводного электродвигателя с учетом КПД муфты, т.е. $P_a = P_Y \cdot \eta_j$, где $\eta_j = 0,98$ – КПД соединительной муфты; P_Y – мощность выбранного электродвигателя стенда, кВт.
- 2) Частота вращения центрального колеса n_a , $i \text{ è } i^{-1}$, равна асинхронной частоте выбранного электродвигателя, т.е. $n_a = n_Y$.
- 3) Требуемое передаточное отношение мотор-редуктора $i_{ah}^b = U_{D\dot{A}\ddot{A}}$.

Срок службы мотор-редуктора – длительный.

Для примера $P_a = 25 \text{ è } \dot{A} \ddot{A}$, $n_a = 960 \text{ è } i^{-1}$, $i_{ah}^b = 5,5$.

Порядок расчета планетарной передачи

1 Принимаем число сателлитов $C=3$ и определяем числа зубьев. Принимаем $Z_a = 21$. Из формулы (6.1) получаем

$$Z_b = (i_{ah}^b - 1) \cdot Z_a = (5,5 - 1) \cdot 21 = 94,5.$$

Принимаем $Z_b = 93$ по условию симметричности размещения сателлитов (числа зубьев Z_b и Z_a были кратны числу сателлитов C). По условию соосности

$$Z_g = (Z_b - Z_a) / 2 = (93 - 21) / 2 = 36.$$

По условию соседства $(Z_a + Z_g) \sin(\pi / C) > (Z_g + 2)$ получаем

$$(21 + 36) \sin(\pi / 3) > (36 + 2) \text{ или } 49,4 > 38, \text{ т.е. условие соседства выполняется.}$$

Действительное передаточное отношение

$$i_{ah}^b = 1 + \frac{Z_b}{Z_a} = 1 + \frac{93}{21} = 5,44$$

Отклонение фактического передаточного отношения от заданного

$$\delta = \frac{|i_{ah}^b - i_{ah}^b|}{i_{ah}^b} \cdot 100\% = \frac{|5,44 - 5,5|}{5,5} \cdot 100\% = 1,09\% < 4\%$$

2 Определяем размеры колес пары **a-g** по контактной прочности по формуле (6.5).

Выбираем прямозубое зацепление. Выбираем материал зубчатых колес – сталь 40Х, термообработка – улучшение, средняя твердость для колеса **a** – НВ 280, для сателлита **g** – НВ 250. В конструкции предусматриваем плавающее центральное колесо и принимаем $K_C = 1,15$. Для рассматриваемой пары

$$u = Z_a / Z_g = 36 / 21 = 1,73; d_1 = d_a; C = 3.$$

Принимаем $\psi_{bd} = 0,5$. Определяем допускаемые контактные напряжения для материала сателлита как наименее прочного [8]

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Ho}}{S_H} K_{HL},$$

где S_H - коэффициент безопасности, $S_H = 1,1$; $K_{HL} = 1$ – для длительно работающей передачи; предел контактной выносливости активной поверхности зубьев [8] $\sigma_{Ho} = 2HB + 70 = 2 \cdot 250 + 70 = 570 \text{ Н/мм}^2$.

$$[\sigma_H] = \frac{570}{1,1} = 520 \text{ Н/мм}^2.$$

По графику в [8] $K_{H\beta} = 1,02$; $\dot{O}_1 = \dot{O}_a = \frac{30P_a}{\pi n_a} = \frac{30 \cdot 25 \cdot 10^3}{\pi \cdot 960} = 250 \text{ мм}^3/\text{с} = 250 \cdot 10^3 \text{ мм}^3/\text{с}$.

Подставляя в формулу (6.5) получаем

$$d_a' = 1,35 \cdot \sqrt[3]{\frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1,02 \cdot 1,15}{520^2 \cdot 0,5} \cdot \frac{1,73 + 1}{1,73}} \approx 84 \text{ мм}.$$

$$b_w = d_a \cdot \psi_{bd} = 84 \cdot 0,5 = 42 \text{ мм}; m = \frac{d_a'}{Z_a} = 4 \text{ мм}.$$

По таблице А.3 принимаем модуль $m = 4$ мм. Уточняем размеры зубчатых колес $d_a = m \cdot Z_a = 4 \cdot 21 = 84 \text{ мм}$; $d_g = m \cdot Z_g = 4 \cdot 36 = 144 \text{ мм}$; $d_b = m \cdot Z_b = 4 \cdot 93 = 372 \text{ мм}$.

Далее выполняется проверочный расчет зубчатой передачи, методика которого изложена в [8].

8 Порядок выполнения

Изучите виды стенов и методы испытаний тормозных систем, принципиальное устройство силовых роликовых стенов для диагностирования тормозных систем, их принцип действия и особенности проверки тормозных систем, устройство и принцип действия измерителей эффективности тормозных систем автомобилей дорожным методом. Подготовьте ответы на контрольные вопросы.

Выполните функциональный расчет силового роликового тормозного стеноа с выполнение рисунка 6.10. Далее выполните на основании данных функционального расчета проектный расчет планетарной передачи мотор-редуктора по приведенному примеру (п.7.1). Если требуемое передаточное отношение $U_{ДАА}$ превышает рекомендуемые для одноступенчатой планетарной передачи пределы, т.е. больше 3...9, то в мотор-редуктор стеноа необходимо использовать двухступенчатый планетарный редуктор и требуется выполнить расчет первой ступени планетарного редуктора. Материал зубчатых колес планетарной передачи, их термообработку принять как в примере расчета. Также выполните рисунок 6.11,б. Исходные данные для расчета приведены в таблице Б.2.

9 Содержание отчета

Тема, функциональный расчет силового роликового тормозного стеноа с выполнение рисунка 6.11, проектный расчет планетарной передачи мотор-редуктора с рис. 6.12,б; письменные ответы на контрольные вопросы 1-6, 9.

10 Контрольные вопросы

1. Какие параметры определяются при проведении дорожных испытаний тормозных систем?
2. Какие параметры определяются при проведении стендовых испытаний тормозных систем?
3. Опишите принцип действия статических силовых стендов.
4. Опишите принцип действия инерционных платформенных стендов.
5. Опишите принцип действия инерционных роликовых стендов
6. Опишите кратко принцип действия силовых роликовых стендов
7. На рисунках 6.4, 6.5 укажите основные элементы силового роликового стенда и выполняемые ими функции
8. Опишите последовательность проверки тормозных систем на силовых роликовых стендах и принцип их действия
9. Какие приборы используются для оценки эффективности действия тормозных систем автомобиля при дорожных испытаниях? Опишите последовательность проведения испытаний и принцип действия этих приборов

Практическая работа № 7

Изучение конструкции и принципа действия стендов для диагностики тяговых качеств автомобилей. Функциональный расчет тяговых стендов

1 Классификация и общая характеристика стендов для диагностики тяговых качеств автомобилей

Стенды тяговых качеств (СТК) служат для комплексного диагностирования автомобиля по таким основным показателям его эксплуатационных свойств, как *мощность и топливная экономичность*. Они позволяют имитировать в стационарных условиях тестовые нагрузочные и скоростные режимы работы автомобиля. При этом чаще всего используют следующие диагностические параметры: *мощность на ведущих колесах (колесная мощность) - N_k ; крутящий момент (или тяговое усилие) на ведущих колесах - $M_k(P_k)$; линейная скорость на окружности роликов - V_a ; удельный расход топлива — Q ; эффективная мощность двигателя – N_e ; момент сопротивления (сила сопротивления вращению) колес и трансмиссии - $M_f(P_f)$; время выбега - t_b ; время (или путь) разгона- $t_p(S_p)$; ускорение (замедление) при разгоне (выбеге) - $j_p(j_b)$.*

При испытании автомобилей на барабанных стендах применяют режимы: максимальной тяговой силы или максимального крутящего момента, максимальной скорости, частичной нагрузки двигателя, принудительной прокрутки ведущих колес и трансмиссии автомобиля.

Основными классификационными признаками стендов тяговых качеств являются:

- способ нагружения;
- вид измеряемых диагностических параметров;
- назначение стенда по типу диагностируемого автомобиля;
- тип нагрузочного (тормозного) устройства;
- тип опорно-приводного устройства.

По способу нагружения (типу нагрузочных устройств) стенды подразделяют на *инерционные, силовые и инерционно-силовые (комбинированные)*.

В соответствии с типом нагрузочных устройств существуют два режима диагностирования: **скоростной и нагрузочный**. **Скоростной режим** реализуется на инерционных стендах в процессе разгона инерционной системы автомобиль-стенд. **Нагрузочный режим диагностирования**, характеризующийся постоянством скорости и тормозных сил на беговых барабанах в момент диагностирования, осуществим только на стендах, оборудованных тормозными нагрузочными устройствами.

В инерционных стендах в качестве маховых масс используют массы барабанов стенда и специальные маховики, соединенные с барабанами через редуктор. При разгоне барабанов ведущими колесами автомобиля маховые массы оказывают сопротивление, равное моменту инерции стенда. Момент сопротивления может быть определен из выражения

$$M_c = J_{\text{и.а.}} \cdot \varepsilon ,$$

где $J_{\text{и.а.}}$ - момент инерции стенда; ε - угловое ускорение барабанов стенда, возникающее при разгоне их ведущими колесами автомобиля. Чем больше колесная мощность автомобиля, тем меньше путь S_p и время t_p разгона инерционных масс в установленном скоростном диапазоне.

В силовых стендах тяговых качеств могут быть использованы *фрикционное тормозное устройство; гидравлический тормоз; электродвигатель переменного или постоянного тока, работающий в режиме генератора, и электродинамический тормоз*. Независимо от конструктивного исполнения все тормозные устройства имеют ротор, соединенный с беговым барабаном, статор, который, как правило, крепится балансирно.

Наибольшее распространение в настоящее время получили **электродинамические стенды**, обладающие целым рядом положительных качеств:

- наибольший диапазон скоростных и нагрузочных режимов;
- меньшие габариты и стоимость;
- надежность и простота в эксплуатации;
- экономичность в потреблении энергии.

Основным преимуществом нагрузочного устройства **электродвигатель-генератор** является возможность их использования для прокручивания трансмиссии с целью определения ее механических потерь и «компрессирования» двигателя.

По типу диагностируемых автомобилей различают стенды для легковых, грузовых автомобилей и автобусов. Основными показателями здесь являются реализуемая тяговая сила (мощность), скорость и нагрузка на ось. Бывают также стенды универсальные, то есть предназначенные для нескольких типов автомобилей.

Существенно различаются конструкции СТК по типу опорно-приводных устройств (рис. 7.1):

- однобарабанное;
- двухбарабанное под каждое колесо ведущей оси (получили наибольшее распространение);
- двухбарабанное под колеса ведущей оси;
- трех- и четырехбарабанное для автомобилей с двумя ведущими осями.

Однобарабанные опорно-приводные устройства не нашли практического применения по причине нестабильности положения ведущих колес автомобиля при значительных скоростных режимах испытаний. Наиболее распространенными являются опорно-

приводные устройства с двумя барабанами под каждое ведущее колесо автомобиля (рис. 7.1 б). Опорно-приводные устройства снабжаются тормозами и подъемниками, расположенными между барабанами, что обеспечивает безопасный съезд автомобиля со стенда. Один из двух барабанов - рабочий, второй - холостой, поддерживающий, однако бывают стенды, у которых оба ролика являются рабочими.

Обычно тяговые стенды рассчитывают на реализацию максимально возможного тягового усилия при испытании автомобиля на прямой передаче, при этом гарантируется проведение измерений и на промежуточных передачах.

Стенды с опорой колеса на два барабана небольшого диаметра в сравнении с однобарабанными имеют меньшую металлоемкость и большую устойчивость испытываемого автомобиля. Однако режим испытаний на двухбарабанном стенде сопровождается повышенной деформацией шин, что приводит к их интенсивному нагреву и изнашиванию. Минимальный диаметр роликов равен 240 мм.

Для снижения нагрева и изнашивания шин рекомендуется повышать на время испытаний давление воздуха в шинах ведущих колес на 30 - 50 %, осуществлять обдув шин, а в некоторых случаях ограничивать максимальные скорости испытаний.

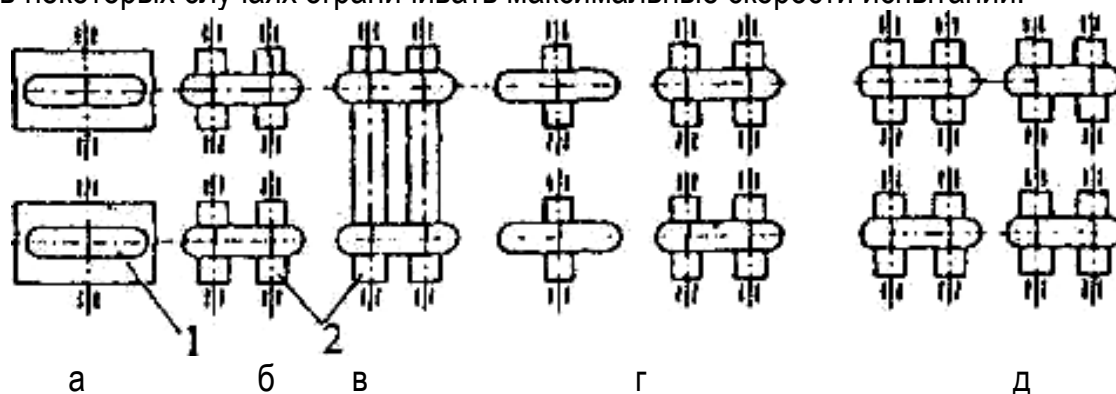


Рисунок 7.1 - Типы опорно-приводных устройств: а - однобарабанное, б - двухбарабанное под каждое колесо, в - двухбарабанное под колеса ведущей оси, г – трехбарабанное для двух ведущих осей, д - четырехбарабанное для двух ведущих осей; 1 – колесо автомобиля, 2 - барабан

2 Конструктивные особенности стендов тяговых качеств (СТК)

2.1 Силовые стенды тяговых качеств

В силовых стендах тяговых качеств имеются нагрузочные устройства того или иного типа. Эти стенды получили наибольшее распространение.

Силовой стенд тяговых качеств (рис. 7.2) состоит из опорно-приводного устройства 3, стационарного пульта управления и индикации 2, вентилятора 1 для обдува радиатора, устройства 4 для отвода отработавших газов, пульта дистанционного управления стендом, страховочных устройств, устройства для проверки стенда. Дополнительно в состав стенда могут входить расходомер топлива, секундомер, самописец для записи диаграммы силы и мощности, развиваемой на ведущих колесах.

Для проверки автомобиль 5 устанавливают ведущими колесами на барабаны 3 стенда, ведущие колеса приводят во вращение эти барабаны, преодолевая тормозной момент, создаваемый нагрузочным устройством стенда (на рис. не показан). Тормозной момент задается в зависимости от требуемой нагрузки на ведущие колеса.

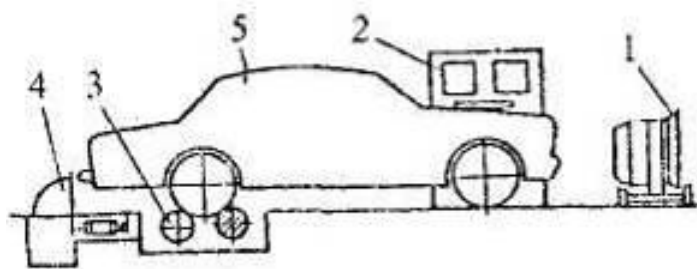


Рисунок 7.2 - Схема силового стенда тяговых качеств: 1 - вентилятор; 2 - пульт управления и индикации; 3 - барабаны опорно-приводного устройства; 4 - устройство для отвода отработавших газов; 5 - диагностируемый автомобиль

Стенды делают под одну или под обе оси автомобиля. В последнем случае одну из кареток стенда делают передвижной, чтобы проверять автомобили с разными базами.

Для стационарной диагностики применяют главным образом спаренные барабаны под одну ведущую ось. Радиус барабана R_6 выбирают исходя из возможно меньшего сопротивления качению колеса радиусом R_k ($R_6 = 0,4—0,6R_k$). Спаренные барабаны при межосевом расстоянии (около 0,6 радиуса колеса) обеспечивают устойчивое положение автомобиля во время испытаний, минимальное сопротивление вращению колес и полную реализацию силы тяги. Для съезда автомобиля со стенда беговые барабаны снабжают тормозами и подъемниками, расположенными между барабанами под колесами. Один из беговых барабанов стенда снабжают нагрузочным устройством, а второй — тахогенератором или гибким валом со спидометром для измерения скорости движения автомобиля.

Нагрузочное устройство служит для имитации нагрузочных режимов работы автомобиля путем торможения барабанов, вращаемых его колесами. В качестве нагрузочных устройств применяют гидравлический, электрический и механический тормоза. **Измерительные устройства стенда** включают в себя: балансирующую подвеску его тормозных элементов, датчик давления (весовой, гидравлический или электрический) от реактивного момента, возникающего при торможении барабанов, датчик скорости вращения беговых барабанов и измерительные приборы, фиксирующие силы тяги на колесах и скорости движения автомобиля. Измерительные приборы располагают на передвижном или стационарном пульте стенда. Нагрузочное устройство соединяют с валом переднего (по ходу) барабана, чтобы исключить пробуксовку колес.

При испытании автомобиля на стенде с **электрическим тормозом** торможение создается за счет преодоления сил взаимодействия между вращающимся ротором и электромагнитным полем статора электродвигателя (при балансирующем его выполнении). В результате этого на статоре возникает электромагнитный тормозной момент, пропорциональный силе тока в обмотке возбуждения. Изменяя силу тока при помощи реостата, можно создать на барабанах различные тормозные моменты, равные крутящим моментам на ведущих колесах автомобиля. Величины этих моментов можно измерять при помощи закрепленного на статоре весового или гидравлического устройства. При использовании переменного тока для электротормозов применяют **асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором**. В этом случае для увеличения диапазона скоростей между беговыми барабанами и электродвигателем устанавливают редуктор. При

использовании *электродвигателей постоянного тока* потребность в редукторах исключается, но резко увеличивается стоимость оборудования и занимаемая им площадь.

На стенде с электрическим тормозом возможно измерение потерь в агрегатах трансмиссии автомобиля. Для этой цели измеряют крутящий момент, необходимый для вращения (через барабаны) агрегатов трансмиссии при нейтральном положении в коробке передач.

В некоторых конструкциях стендов применяют **электродинамический тормоз (индуктор)** с использованием эффекта вихревых токов. Силу тяги на ведущих колесах и скорость движения автомобиля измеряют, как и при гидротормозе, по реактивному моменту на балансирно подвешенном статоре и по скорости вращения беговых барабанов.

В качестве примера рассмотрим устройство **тягового стенда К-485БМ** (производитель - Новгородский завод ГАРО, РФ). Тип - стационарный, роликовый, силовой, автоматизированный. Максимальная масса автомобиля кг - 4000. Диапазон измерений: тяговой силы, Н - 0-2500; скорости, км/час - 0-150; времени, с - 0-99,9. Давление подводимого воздуха, МПа (кгс/см²) - 0,4-1,0 (4-10). Расход сжатого воздуха, м³/час - 1,6. Потребляемая мощность, кВт - 3,0. Масса, кг - 2210. Габаритные размеры опорного устройства (3360-1040-570) мм. Используется при выполнении диагностирования Д-2.

Тяговый стенд К-485БМ предназначен для диагностирования легковых автомобилей измерением тяговых качеств, имитацией дорожных сопротивлений и скорости автомобиля (рис. 7.2). Диагностирование на стенде осуществляется в автоматизированном и ручном режимах.

Стенд состоит из опорного устройства с двумя парами роликов (барабанов), приборной стойки с контрольно-измерительными приборами, дистанционного пульта управления, вентилятора для обдува радиатора двигателя диагностируемого автомобиля, устройства для отвода отработавших газов, узла подготовки воздуха для обеспечения подачи воздуха в воздушные системы стенда, колодок для предотвращения произвольного съезда автомобиля с роликов стенда при испытаниях. Сюда же входят цифропечатающие устройства. Предусмотрена возможность вывода информации на ЭВМ. Проверка работы системы питания диагностируемого автомобиля осуществляется на стенде измерения расхода топлива на холостом ходу и под нагрузкой с помощью расходомера топлива.

Основой стенда является опорное устройство, пневматическая схема которого показана на рис.7.3.

Все элементы схемы размещены на раме 3. Передние ролики 4 и 6 соединены между собой через муфту 5, а ролик 6 - через муфту 7 - с индукторным электротормозом 8. Тормоз состоит из роторов и статора, который под действием реактивного момента поворачивается в сторону вращения роторов, воздействуя через рычаг 9 на силоизмерительный датчик 10. Измерение частоты вращения роликов производится с помощью тахогенератора 1.

Пневматический подъемный механизм стенда состоит из площадки 13, двух пневмоцилиндров 14, двух тормозных колодок 15. Подъемный механизм предназначен для подъема автомобиля с целью облегчения его заезда (съезда) на стенд и для торможения вращения роликов при съезде автомобилей со стенда.

Структурная схема станда приведена на рис. 7.4. Она включает: устройство I автоматического регулирования скорости при измерении тяговой силы, силоизмерительную систему III, схему II измерения времени разгона и выбега автомобиля, блок питания 15. Кроме того, в схеме станда имеется механизм защиты, управления и сигнализации.

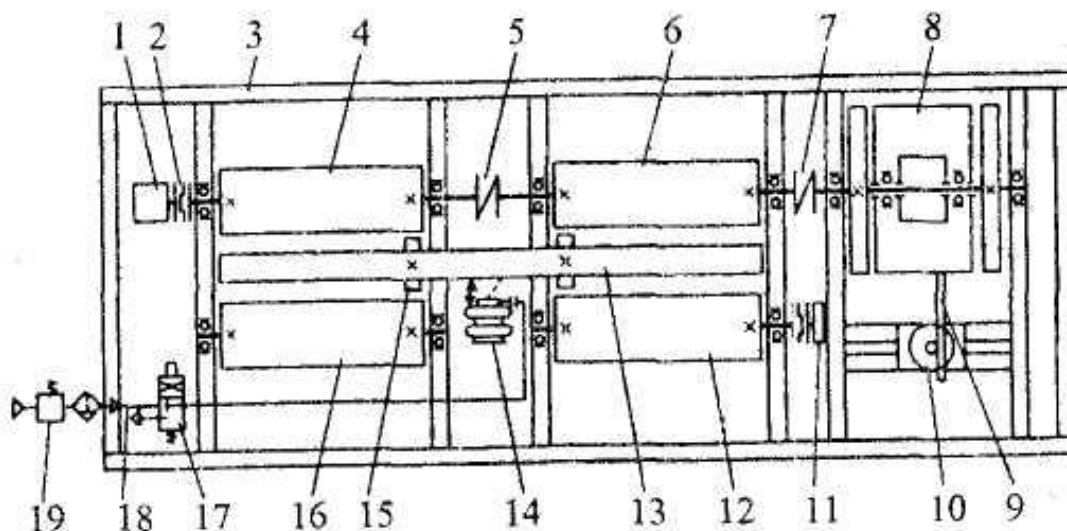


Рисунок 7.3 - Пневмокинематическая схема станда К-485: 1 - тахометр; 2,5,7-муфты; 3 - рама; 4,6,12,16-ролики; 8 - индукторный электротормоз; 9-рычаги; 10 - датчик усилия; 11 - реле скорости; 13- площадка подъема автомобиля; 14 - пневмоцилиндр; 15 - тормозные колодки; 17 - золотник; 18 - трубопровод; 19-узел подготовки воздуха

При вращении роликов стенд тахогенератор 1 вырабатывает напряжение, пропорциональное скорости. Сигнал с тахогенератора поступает на входы устройства автоматического регулирования скорости I, схемы измерения времени II и на указатель скорости 7, проградуированный в единицах скорости движения автомобиля.

В устройстве автоматического регулирования скорости сигнал с тахогенератора формируется в анализаторе 2 и поступает на сумматор 3, на второй вход которого подается сигнал с датчика скорости 8. На нем устанавливается скорость, при которой измеряется тяговая сила на колесах автомобиля.

Когда значения сигналов на выходах анализатора и датчика скорости уравниваются, сумматор вырабатывает сигнал управления, подаваемый на вход регулятора 4. Последний через управляемый выпрямитель 5 воздействует на тормоз 6, который тормозит ролики станда.

Если скорость автомобиля начинает возрастать, то увеличивается ток в тормозе и соответственно тормозной момент. Если скорость автомобиля падает, то уменьшается ток в тормозе и соответственно снижается тормозной момент. Таким образом, автоматически поддерживается постоянная (заданная) скорость автомобиля.

Схема измерения времени состоит из последовательно соединенных контактного прибора 9, блока преобразования 10 и электронного секундомера 11. Контактный прибор представляет собой стрелочный микроамперметр с двумя положительными указателями, каждый из которых может устанавливаться на любое деление шкалы прибора. Эти указатели используются для запуска и остановки секундомера.

Управление контактным прибором производится сигналом, снимаемым с тахогенератора. При совмещении стрелки прибора во время измерения скорости с одним из указателей выдается сигнал на пуск или остановку секундомера. Силоизмерительная система состоит из датчика силы 14 тензорезисторного типа, усилителя-преобразователя 13 и стрелочного измерительного прибора 12. Датчик силы измеряет силу тяги на колесах автомобиля. Эта сила выражается через реактивный момент на статоре тормоза, возникающий при торможении через рычаг тормоза (воздействует на датчик силы).

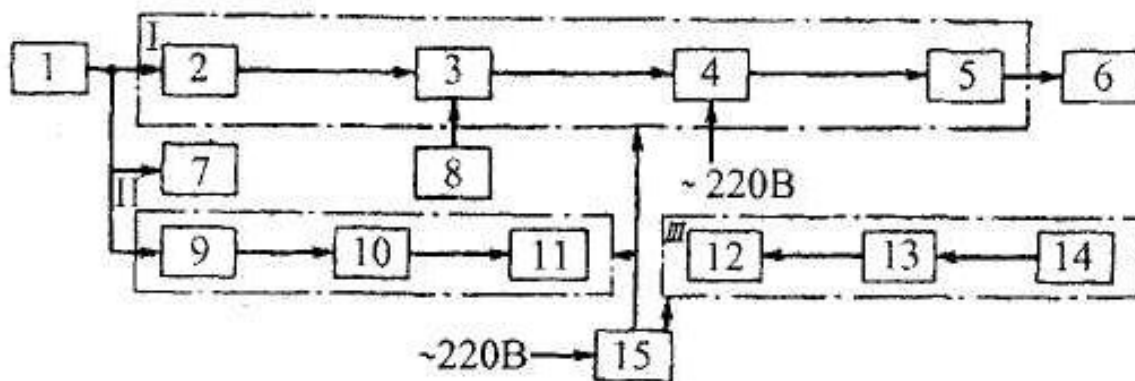


Рисунок 7.4 - Структурная схема стенда К-485

2.2 Инерционные стенды тяговых качеств

Инерционные стенды отличаются от силовых отсутствием тормозных устройств. При помощи инерционных стендов можно определить мощность на ведущих колесах автомобиля (по максимальной интенсивности разгона в заданном диапазоне скоростей) и механические потери в трансмиссии (по выбегу). **Инерционный стенд** (см. рис. 7.5) состоит из беговых барабанов с инерционными массами и измерительных устройств. Его беговые барабаны отличаются от беговых барабанов силового стенда большими маховыми массами. Эти массы сосредоточивают либо в самих барабанах, либо в маховиках, соединяемых с валами барабанов с помощью цепных и карданных передач. Маховики могут быть соединены с валами барабанов также через редуктор, расчетное значение момента инерции снижается при возведении в квадрат передаточного числа редуктора. Имеются также конструкции с переменными массами маховиков.

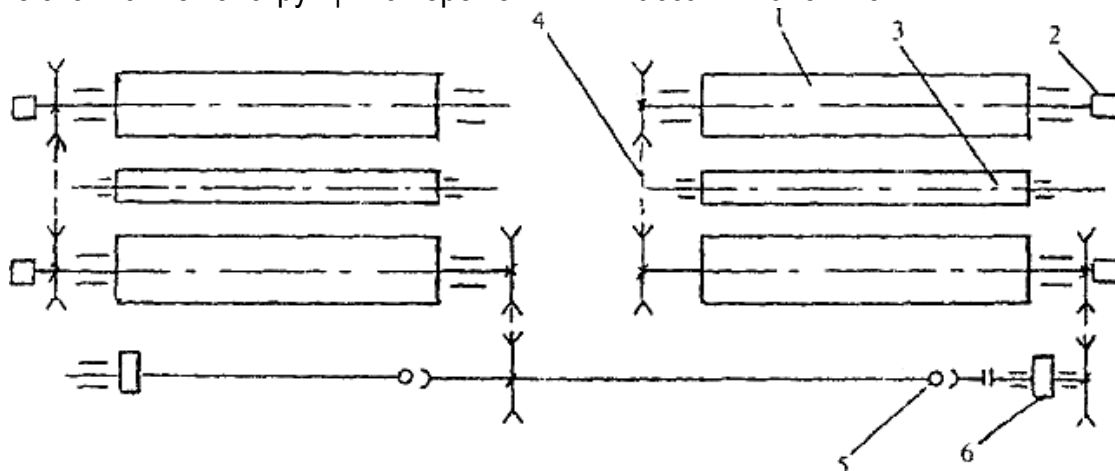


Рисунок 7.5 - Схема инерционного стенда тяговых качеств: 1 - барабан, 2 - тахогенератор; 3 — ролик для замера схождения колес; 4 - цепная передача; 5 - карданная передача; 6 - маховик

Поскольку инерционные стенды работают в режиме скоростного диагностирования, то на измерительном пульте обязательно индицируется скорость вращения барабанов (в качестве датчика используется тахогенератор), время (или путь) разгона. По времени выбега судят о состоянии трансмиссии. Расход топлива регистрируют за промежутки времени, определенный временем разгона, а также при установившемся постоянном режиме без нагрузки.

В некоторых конструкциях применяют измерители ускорения разгона беговых барабанов или реактивного момента, возникающего на опоре редуктора бегового барабана, соединенного с маховиком. В этом случае возможна запись силы тяги на колесах автомобиля в функции от его скорости.

3 Примеры стендов тяговых качеств

Мощностной стенд LPS 3000 MANA (Германия) для легковых автомобилей выпускается в различных модификациях. В зависимости от версии стенда, на нем может быть измерена мощность от 260 кВт до 520 кВт при максимальной скорости до 250 км/ч. Нагрузка на мощностном стенде задается при помощи электродинамических тормозов.

Мощностной стенд LPS 3000 позволяет диагностировать автомобиль с бензиновыми и дизельными двигателями. При условии оборудования стенда соответствующим роликовым агрегатом и управляющей электроникой на стенде LPS 3000 можно проверять полноприводные автомобили.

Стенды LPS 3000 оценивают: мощность двигателя; крутящий момент двигателя; мощность на ведущих колесах; мощность механических потерь; точность показаний спидометра; максимальное ускорение автомобиля; экологические показатели работы двигателя под нагрузкой.

Программа измерения: измерение мощности при постоянной частоте вращения, скорости, тяговом усилии; цифровое и графическое отображение мощности двигателя и механических потерь, мощности на колесах и крутящего момента; фоновое отображение результатов трех измерений мощности; графическое изображение каждой кривой мощности; отображение скорости, частоты вращения и температуры масла при проведении мощностного испытания; расчет мощности двигателя по DIN 70020, EEC 80/1269, ISO 1585, JIS D 1001, SAE J 1349

В состав колесного мощностного стенда LPS 3000 входят: коммуникационный пульт с компьютером, пульт дистанционного управления и роликовый агрегат, а также возможна дополнительная комплектация вентилятором охлаждения автомобиля на стенде.

4 Функциональный расчет стенда тяговых качеств [7]

Функциональный расчет стенда тяговых качеств состоит в определении нормальных реакций на колесах машин со стороны рабочего и свободного барабанов, а также максимальной тяговой силы стендов для диагностирования тягово-экономических показателей машин, выборе мощности двигателя-тормоза. При этом тяговые качества транспортных средств определяются по величине мощности на ведущих колесах в режиме полного открытия дроссельной заслонки в диапазоне скоростей движения от 11 до 22 м/с. Кроме того, на тяговых стендах определяются следующие показатели, по которым принимают решение о техническом состоянии машины: максимальная скорость, опре-

деляющая состояние ограничителя частоты вращения двигателя, полнота открытия дроссельной заслонки, работа спидометра, мощность, затрачиваемая на прокручивание трансмиссии, которая определяется потерями на трение в подвижных сопряжениях агрегатов трансмиссии, работа поршневой группы и клапанного механизма, расход топлива на различных режимах работы двигателя.

В качестве нагружающего и приводного устройства на данных стендах имеется двигатель-тормоз, предназначенный для прокручивания колес и трансмиссии машины и торможении ведущих колес при определении мощности на колесах.

Двигатель - тормоз представляет собой асинхронный электродвигатель переменного тока с фазным ротором. Корпус данной электрической машины с помощью двух опорных цапф подвешен на стойках, закрепленных на монтажной плите. Подвод электрической энергии к обмоткам статора электрической машины выполнен специальными гибкими проводами. Электрическая машина запускается в режиме двигателя. Для перевода ее в режим тормоза необходимо от двигателя внутреннего сгорания автомобиля, установленного на беговые барабаны, посредством трансмиссии и самих беговых барабанов снабдить ротору электрической машины частоту вращения, превышающую синхронную частоту вращения магнитного поля статора, которая определяется по формуле:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p},$$

где f - частота переменного тока в сети, равная 50 Гц; p - число пар полюсов электрической машины.

Максимальную тяговую силу определим из условия равновесия колеса автомобиля, установленного на стенде. На рисунке 7.6 изображена схема расположения барабанов стенда, на которой обозначены: 1 - рабочий барабан стенда; 2 - ведущее колесо; 3 - свободный или поддерживающий барабан стенда; M_k - крутящий момент; L_c - межосевое расстояние барабанов; G - вертикальная нагрузка на колесо; P_k - тяговое усилие на колесе; H_1 и H_2 - реакции на колесах, α - угол, характеризующий расположение барабанов стенда.

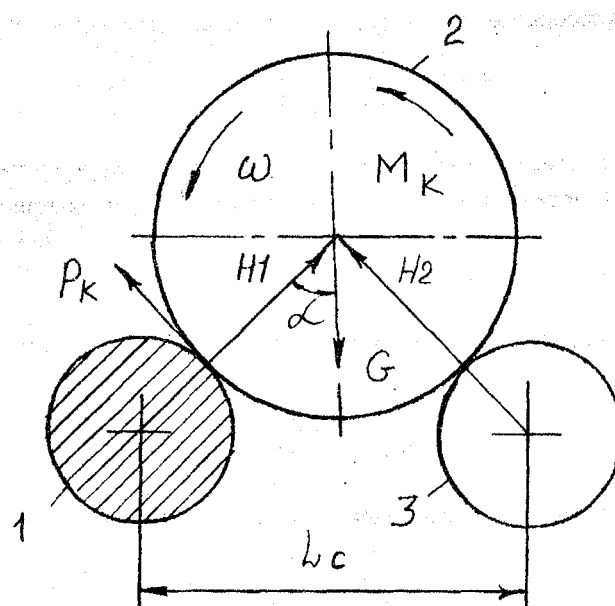


Рисунок 7.6 - Схема для функционального расчета

Условие равновесия колеса на стенде определяется уравнениями:

$$\sum X = 0 \quad P_K \cos \alpha - H_1 \sin \alpha + H_2 \sin \alpha = 0, \quad (7.1)$$

$$\sum Y = 0 \quad P_K \sin \alpha + H_1 \cos \alpha + H_2 \cos \alpha - G = 0. \quad (7.2)$$

Для определения реакции на рабочем барабане стенда из уравнения (7.1) выражаем H_2 и подставляем в (7.2). После преобразования получаем:

$$H_1 = \frac{G}{2 \cdot \cos \alpha} + \frac{P_K}{\operatorname{tg} 2\alpha} \quad (7.3)$$

Максимальная тяговая сила, которая реализуется на стенде по условиям сцепления, определяется нормальной реакцией H_1 и коэффициентом сцепления ϕ .

$$P_{K \max} = H_1 \phi \quad (7.4)$$

После преобразования выражений (7.3) и (7.4) получаем выражение для определения максимальной силы тяги, возникающей при работе стенда

$$P_{K \max} = \frac{G \phi \sin \alpha}{\sin 2\alpha - \phi \cos 2\alpha} \quad (7.5)$$

4.1 Порядок расчета

1 Определяем нагрузку на колесо

Нагрузка на колесо $G_K = G_{i \text{ пв}} / 2$

2 Определяем минимальный и максимальный радиус качения колес автомобилей, которые могут диагностироваться на проектируемом стенде

Расчет радиуса качения колеса R_k , мм, $R_k = 0,5d + \lambda_\phi B$, где d – посадочный диаметр, мм; B – ширина профиля шины, мм; λ_ϕ – коэффициент смятия шины, в данном расчете можно принять равным $\lambda_\phi = \frac{H}{A}$, т. е. отношению высоты профиля H к ширине B (не в процентах).

Пример расшифровки обозначения шин: R13 175/70 - расшифровка: R – радиальная; 13 - посадочный диаметр d , дюймы (1 дюйм=25,4 мм); 175 – ширина профиля шины B , мм; 70 – отношение высоты профиля H к ширине B , в процентах.

3 Определяем угол α для минимального и максимального радиуса качения колес (см. рисунок 7.6)

Угол расположения барабанов стенда определяется

$$\alpha = \arcsin \frac{0,5L_c}{0,5(D_A + D_K)},$$

где D_K - диаметр колеса, D_A - диаметр барабана стенда.

4 Рассчитываем возможные значения тяговой силы и выбираем максимальную тяговую силу, которая может быть реализована на стенде по условиям сцепления

$$\text{Максимальная сила тяги } P_{K \max} = \frac{G_E \phi \sin \alpha}{\sin 2\alpha - \phi \cos 2\alpha}.$$

5 Задание

Выполните функциональный расчет стенда тяговых качеств и определите максимальную тяговую силу, которая может быть реализована на стенде по условиям сцеп-

ления. Исходные данные – см. таблицу Б.3. Письменно ответьте на контрольные вопросы.

6 Содержание отчета

Тема, функциональный расчет проектируемого стенда тяговых качеств, рис. 7.6, ответы на контрольные вопросы.

7 Контрольные вопросы

1. Как подразделяются стенды тяговых качеств по способу нагружения?
2. Как подразделяются стенды тяговых качеств по типу опорно-приводного устройства?
3. Какие виды тормозных устройств используются в силовых тяговых стендах?
4. Какие выделяют режимы диагностирования, чем они характеризуются?
5. Поясните принцип действия инерционных стендов. В каком режиме диагностирования они работают? Какие диагностические параметры на них определяют?
6. Из каких элементов состоит силовой стенд тяговых качеств? Опишите принцип действия силового стенда.
7. Опишите конструкцию опорно-приводного устройства тягового стенда К-485

Список использованных источников

1. Сарбаев В. И. и др. Механизация производственных процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей: учебное пособие. – М.: МГИУ, 2003. – 284 с.
2. Санюкевич Ф. М. Детали машин. Методическое пособие к практическим занятиям и курсовому проектированию по курсу «Детали машин» для студентов механических специальностей. – Брест: Издательство БрГТУ, 2008. – 120 с.
3. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта: ОНТП-01-91.- М.: Росавтотранс, 1991.
4. Савич Е. Л. Инструментальный контроль транспортных средств: учеб. пособие / Е. Л. Савич, А. С. Кручек. – Минск: Новое знание, 2008. – 399 с.
5. Стенды тормозные универсальные СТМ 8000. Руководство по эксплуатации М 141.000.00.00 РЭ.
6. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений: Справ. пособие. – Мн.: Беларусь, 1991.- 400 с.
7. Проектирование, расчет и эксплуатация технологического оборудования. Методические указания по дипломному, курсовому проектированию, к практическим занятиям для студентов специальности Т.04.02.00 (1-37 01 06) «Эксплуатация транспортных средств». – Могилев: издательство БРУ.- 2004.
8. Иванов М. Н. Детали машин. – М.: Высш. шк., 1984.

Приложение А

(справочное)

Таблица А.1 - Технические данные асинхронных двигателей серии АИ [2].

Типоразмер двигателя	Мощность $P_{ном}, кВт$	При номинальной нагрузке		$\frac{T_{пуск}}{T_{ном}}$	$\frac{T_{max}}{T_{ном}}$
		Скольжение $S_{ном}, \%$	Частота вращения $n_{ном}, мин^{-1}$		
1	2	3	4	5	6
Синхронная частота вращения $n_{синхр}=3000 мин^{-1}$					
АИР71А2	0,75	6	2820	2,1	2,2
АИР71В2	1,1	6,5	2805	2,1	2,2
АИР80А2	1,5	5	2850	2,1	2,2
АИР80В2	2,2	5	2850	2	2,2
АИР90L2	3	5	2850	2	2,2
АИР100S2	4	5	2850	2	2,2
АИР100L2	5,5	5	2850	2	2,2
АИР112M2	7,5	3,5	2895	2	2,2
АИР132M2	11	3	2910	1,6	2,2
АИР160S2	15	3	2910	1,8	2,7
АИР160M2	18,5	3	2910	2	2,7
АИР180S2	22	2,7	2919	2	2,7
АИР180M2	30	2,5	2925	2,2	3
Синхронная частота вращения $n_{синхр}=1500 мин^{-1}$					
АИР71В4	0,75	10	1485	2,2	2,2
АИР80А4	1,1	7	1395	2,2	2,2
АИР80В4	1,5	7	1395	2,2	2,2
АИР90L4	2,2	7	1395	2,1	2,2
АИР100S4	3	6	1410	2	2,2
АИР100L4	4	6	1410	2	2,2
АИР112M4	5,5	4,5	1433	2	2,5
АИР132S4	7,5	4	1440	2	2,5
АИР132M4	11	3,5	1448	2	2,7
АИР160S4	15	3	1455	1,9	2,9
АИР160M4	18,5	3	1455	1,9	2,9
АИР180S4	22	2,5	1463	1,7	2,4
АИР180M4	30	2	1470	1,7	2,7
Синхронная частота вращения $n_{синхр}=1000 мин^{-1}$					
АИР80А6	0,75	8	920	2	2,2
АИР80В6	1,1	8	920	2	2,2
АИР90L6	1,5	7,5	925	2	2,2
АИР100L6	2,2	5,5	945	2	2,2
АИР112МА6	3	5	950	2	2,2
АИР112МВ6	4	5	950	2	2,2
АИР132S6	5,5	4	960	2	2,2
АИР132М6	7,5	4	960	2	2,2
АИР160S6	11	3	970	2	2,7
АИР160М6	15	3	970	2	2,7
АИР180М6	18,5	2	980	1,8	2,4
Синхронная частота вращения $n_{синхр}=750 мин^{-1}$					

1	2	3	4	5	6
AIP90LA8	0,75	7	698	1,6	1,7
AIP90LB8	1,1	7	698	1,6	1,7
AIP100L8	1,5	6	705	1,6	1,7
AIP112MA8	2,2	5,5	709	1,8	2,2
AIP112MB8	3	5,5	709	1,8	2,2
AIP132S8	4	4,5	716	1,8	2,2
AIP132M8	5,5	5	713	1,8	2,2
AIP160S8	7,5	3	728	1,6	2,4
AIP160M8	11	3	728	1,6	2,4
AIP180M8	15	2,5	731	1,6	2,2

Примечания:

1 Пример обозначения двигателя: Двигатель AIP100L4 ТУ 16 – 525.564 – 84

2 Габаритные, установочные и присоединительные размеры асинхронных двигателей AIP исполнений IM1081 и IM3081 см. [2]

3 Краткая характеристика двигателей серии AI. Двигатели общего назначения (основное исполнение AIP) предназначены для механических приводов, не предъявляющих специальных требований к пусковым характеристикам, скольжению, энергетическим показателям и пр. Базовое обозначение асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (закрытый, обдуваемый, со встроенным вентилятором) единой серии AI состоит из буквенно-цифровых символов, расположенных в следующем порядке: а) обозначение серии (AI); б) вариант привязки мощности к установочным размерам (вариант P); в) высота оси вращения, т.е. расстояние от оси вращения до опорной плоскости лап двигателя, мм (две или три цифры); для двигателей фланцевого исполнения без лап (IM3081), представляющих собой конструктивную модификацию основного исполнения двигателя с лапами (IM1081), условной высотой оси вращения является высота оси вращения основного исполнения; г) установочный размер по длине станины (S, M или L); д) длина сердечника статора A или B при условии сохранения установочного размера; е) число полюсов (2, 4, 6, 8)

Таблица А.2 - Технические данные асинхронных двигателей серии 4А [6].

Тип двигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, мин ⁻¹
Синхронная частота 3000 мин ⁻¹		
4A50A2Y3	0,09	2740
4A50B2Y3	0,12	2710
4A56A2Y3	0,18	2800
4A56B2Y3	0,25	2770.
4A63A2Y3	0,37	2750
4A63B2Y3	0,55	2740
4A71A2Y3	0,75	2840
4A71B2Y3	1,1	2810
4A80A2Y3	1,5	2850
4A80B2Y3	2,2	2850
4A902Y3	3,0	2840
4A1002Y3	4,0	2880
4A1002Y3	5,5	2880
4A112M2Y3	7,5	2900
4A132M2Y3	11,0	2900
4A160 2Y3	15,0	2940

Тип двигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, мин ⁻¹
4A160M2Y3	18,5	2940
4A180 2Y3	22,0	2945
4A180M2Y3	30,0	2945
4A200M2Y3	37,0	2945
4A200 2Y3	45,0	2945
4A225M2Y3	55,0	2945
4A250 2Y3	75,0	2960
4A250M2Y3	90,0	2960
4A280 2Y3	110	2970
4A280M2Y3	132	2970
4A315 2Y3	160	2970
4A315M2Y3	200	2970
4A355 2Y3	250	2970
4A355M2Y3	315	2970
Синхронная частота 1500 мин ⁻¹		
4A50A4Y3	0,06	1380
4A50B4Y3	0,09	1370
4A56A4Y3	0,12	1375
4A56B4Y3	0,18	1365
4A63A4Y3	0,25	1380
4A63B4Y3	0,37	1365
4A71A4Y3	0,55	1390
4A71B4Y3	0,75	1390
4A80A4Y3	1,1	1420
4A80B4Y3	1,5	1415
4A90 4Y3	2,2	1425
4A100 4Y3	3,0	1435
4A100 4Y3	4,0	1430
4A112M4Y3	5,5	1445
4A132 4Y3	7,5	1455
4A132M4Y3	11,0	1460
4A160 4Y3	15,0	1465
4A160M4Y3	18,5	1465
4A180 4Y3	22,0	1470
4A180M4Y3	30,0	1470
4A200M4Y3	37,0	1475
4A200 4Y3	45,0	1475
4A225M4Y3	55,0	1480
4A250 4Y3	75,0	1480
4A250M4Y3	90,0	1480
4A280 4Y3	110	1470
4A280M4Y3	132	1480

Тип двигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, мин ⁻¹
4A315 4У3	160	1480
4A315M4У3	200	1480
4A355 4У3	250	1485
4A355M4У3	315	1485
Синхронная частота 1000 мин ⁻¹		
4A63A6У3	0,18	885
4A63B6У3	0,25	890
4A71A6У3	0,37	910
4A71B6У3	0,55	900
4A80A6У3	0,75	915
4A80B6У3	1,1	920
4A906У3	1,5	935
4A1006У3	2,2	950
4A112MA6У3	3,0	955
4A112MB6У3	4,0	950
4A1326У3	5,5	965
4A132M6У3	7,5	970
4A160 6У3	11,0	975
4A160M6У3	15,0	975
4A180M6У3	18,5	975
4A200M6У3	22,0	975
4A200 6У3	30,0	980
4A225M6У3	37,0	980
4A250 6У3	45,0	985
4A250M6У3	55,0	985
4A280 6У3	75,0	985
4A280M6У3	90,0	985
4A315 6У3	110	985
4A315M6У3	132	985
4A355 6У3	160	985
4A355M6У3	200	985
Синхронная частота 750 мин ⁻¹		
4A71B8У3	0,25	680
4A80A8У3	0,37	675
4A80B8У3	0,55	700
4A90 A8У3	0,75	700
4A90 B8У3	1,1	700
4A100 8У3	1,5	700
4A112MA8У3	2,2	700
4A112MB8У3	3,0	700
4A132 8У3	4,0	720
4A132M8У3	5,5	720

Тип двигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, мин ⁻¹
4A1608УЗ	7,5	730
4A160М8УЗ	11,0	730
4A180М8УЗ	15,0	730
4A200М8УЗ	18,5	735
4A200 8УЗ	22,0	730
4A2255М8УЗ	30,0	735
4A2508УЗ	37,0	735
4A250М8УЗ	45,0	740
4A2808УЗ	55,0	735
4A280М8УЗ	75,0	735
4A3158УЗ	90,0	740
4A314М8УЗ	110	740
4A3558УЗ	132	740
4A355М8УЗ	160	740

Таблица А.3 – Значения модулей зубчатых колес (ГОСТ 9563–60)

Ряд	Модули m, i											
1	1,0;	1,25;	1,5;	2,0;	2,5;	3;	4;	5;	6;	8;	10;	12;
2	1,125;	1,375;	1,75;	2,25;	2,75;	3,5;	4,5;	5,5;	7;	9;	11;	
Примечание. Следует предпочитать 1-й ряд												

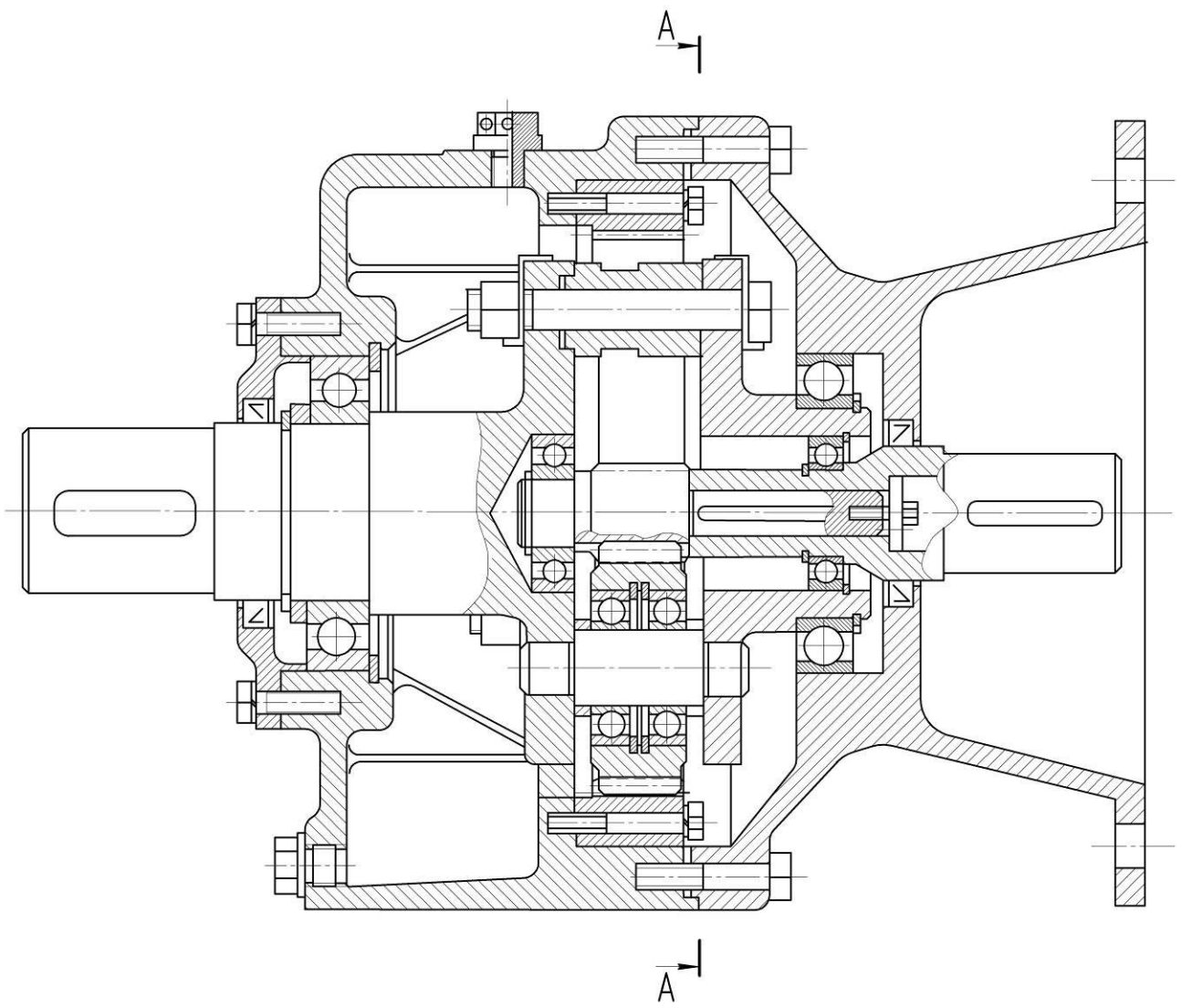


Рисунок А.1 – Разрез планетарного редуктора

A-A

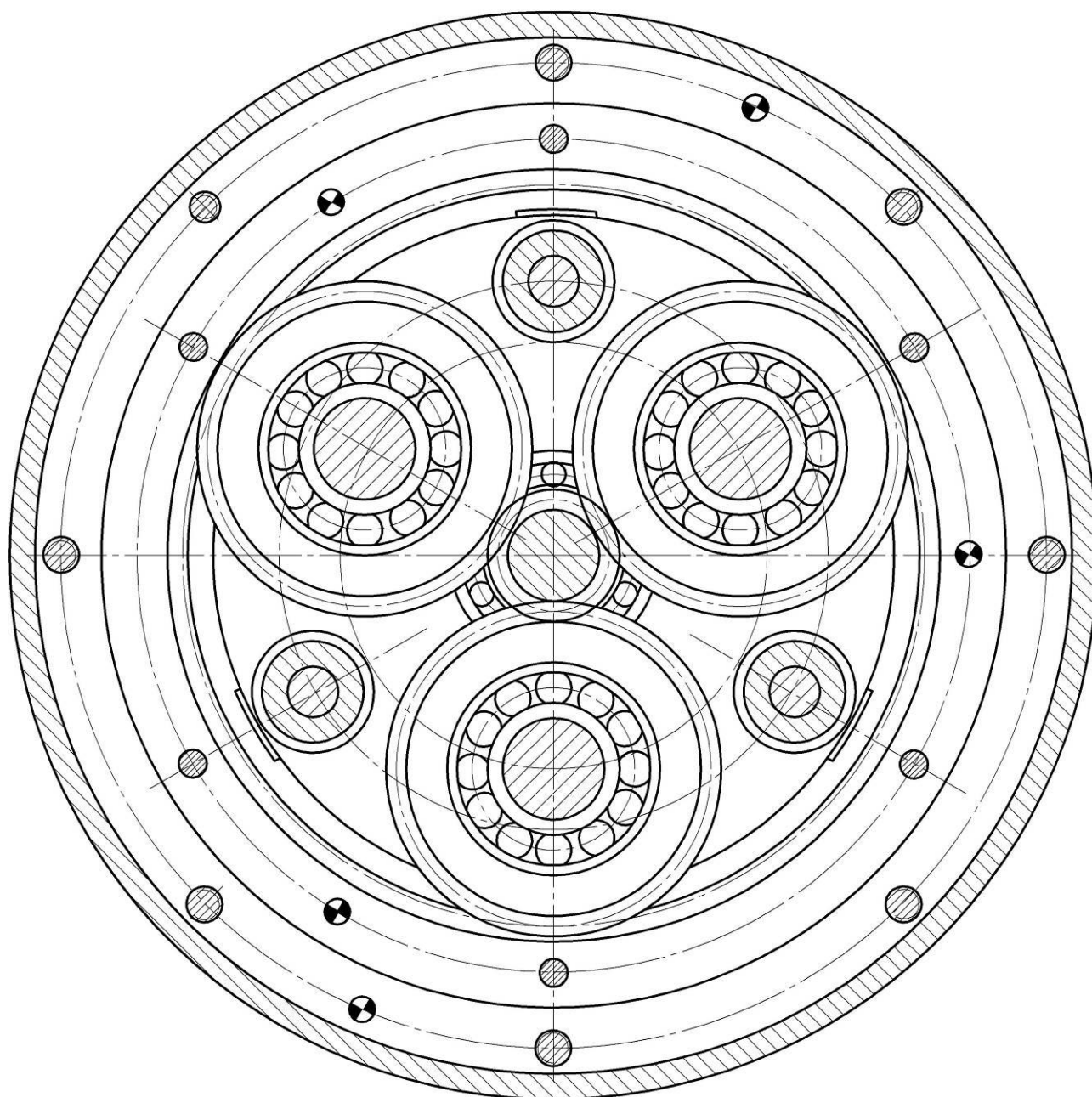


Рисунок А.2 – Разрез А-А планетарного редуктора

Приложение Б

(справочное)

Таблица Б.1 – Исходные данные к практической работе № 5

Часть 1. Техническое обслуживание

Содержание операции	Трудо- емкость, чел.-мин	Оборудование, инструмента, приспособления, материалы
1	2	3
Вариант № 1 ТО-1 для МАЗ-437040 Смазочные, очистительные и заправочные работы		
2 Проверить уровень масла в картере коробки передач, при необходимости, долить	5,0	Ключ гаечный открытый 17 мм (2.5), установка заправочная мод. С-227-1 (4.12), светильник переносной (5.8)
3 Прочистить сапун коробки передач	2,0	
4 Проверить уровень масла в картере главной передачи заднего моста, при необходимости, долить	6,0	Ключ для пробок моста (2.34), установка заправочная мод. С-227-1 (4.12), светильник переносной (5.8)
5 Прочистить сапун главной передачи заднего моста	3,0	Плоскогубцы (2.40), пистолет воздушный мод. С417 (4.26)
6 Смазать втулки валов разжимных кулаков переднего моста	6,0	Шприц рычажно-плунжерный (4.17), материал обтирочный 0,7 кг (5.9)
7 Смазать подшипники промежуточной опоры карданной передачи	2,0	Шприц рычажно-плунжерный (4.17), материал обтирочный 0,7 кг (5.9)
8 Проверить уровень масла в системе гидроусилителя руля и, при необходимости, долить до нормы	4,0	Емкость (4.21), воронка (4.24)
Вариант № 2 ТО-1 для МАЗ-437040 Уборочно-моечные работы		
1. 1 Вымыть автомобиль снаружи (ручная и механическая мойка): кабину и кузов	10,0	Спецодежда (5.1), очки защитные (5.2), респиратор (5.3), установка моечная мод. 1112 (4.1), щетка моечная мод. М 906 (4.5), средство моющее СМС (5.14), материал обтирочный (5.9)
2. Вымыть автомобиль снизу: раму, двигатель, передний и задний мосты. Обдуть, высушить потоком сжатого воздуха автомобиль снизу	6,0	Спецодежда (5.1), очки защитные (5.2), респиратор (5.3), установка мод. М203 для мойки двигателя на автомобиле (4.3), установка мод. МО15А для мойки автомобилей снизу (4.4), средство моющее СМС (5.14), устройство для сушки автомобилей снизу (4.8)
3. Произвести уборку кабины, очистить обивку спинок и сидений	10,0	Спецодежда (5.1), очки защитные (5.2), респиратор (5.3), щетка моечная мод. М 906 (4.5), щетка волосяная (4.6), ведро (4.10), пылесос «Уралец» («Вихрь») (4.7), средство моющее СМС (5.14), материал

1	2	3
		обтирочный (5.9)
Вариант № 3 ТО-1 для МАЗ-437040 Крепежные, регулировочные и контрольные работы Колеса и шины передней оси		
1. Проверить крепление колес к ступицам и, при необходимости, подтянуть гайки, проверить состояние ободов	10,0	Приспособление для обслуживания колес мод. ПС-181 (2.1), головка 32 мм (2.23), вороток (2.27), ключ динамометрический мод. МТ-1-500 (2.31), упоры противооткатные (2 шт.) (5.5), светильник переносной (5.8)
2. Проверить состояние шин, удалить посторонние предметы из протектора передних колес, довести давление воздуха в шинах до нормы	6,0	Наконечник с манометром мод. 458М2 (3.14), колонка воздухораздаточная мод. С413М (4.25), бородок (2.47), упоры противооткатные (2 шт.) (5.5), индикатор для замера глубины протектора шин (3.16), устройство предохранительное для накачки шин (5.7)
3. Проверить и, при необходимости, выполнить регулировку подшипников ступиц переднего моста	20,0	Подъемник мод. ПТО-16 М (1.1), подставка под переднюю ось мод. ПС 273 (1.3), упоры противооткатные (2 шт.) (5.5), подставка страховочная под раму (5.6), головка 12 мм (2.16), вороток (2.26), ключ гаечный кольцевой 14 мм (2.11), ключ динамометрический мод. МТ-1-120, МТ-1-500 (2.29, 2.31), ключ гайки ступицы переднего колеса (2.32), зубило (2.42), молоток (2.41), угломер типа 1-2 (3.9), индикатор ИЧ-0,2 (3.13), динамометр (3.2)

Часть 2. Текущий ремонт

Технологический процесс установки заднего моста автомобиля МАЗ-437040 (выполняется на посту канавном для ТО и ремонта автомобилей МАЗ) (Вариант №4 – операции 1-6, вариант № 5 – операции 7-12, вариант № 6 – операции 13-17)

Содержание операции; оборудование, инструмента, приспособления, материалы	Норма основного времени Т _о , мин
1	2
1. Привезти новый (отремонтированный) задний мост без колес и установить его на подъемник . Кран-балка грузоподъемностью 2,0 т. Подъемник канавный ПТО 16 М. Подставка под задний мост ПС 272 (2шт.). Строп для заднего моста (собственного изготовления)	4,0
2. Переместить задний мост под автомобиль к месту установки.Подъемник канавный ПТО 16 М. Подставка под задний мост ПС 272 (2шт.)	2,0

3. Поднять задний мост подъемником до соприкосновения с рессорами и затормозить колеса подъемника. Подъемник канавный ПТО 16 М. Подставка под задний мост ПС 272 (2шт.)	2,0
4. Подвести кронштейны подвески под балку моста, установить накладки и стремянки рессор и завернуть гайки Стремянок. Пневмогайковерт VALEX 1.55.01.19. Головка сменная 7812-0496 ГОСТ 25604-83 (S=22 мм). Ключ динамометрический МТ-1-500 ТУ РБ 14741830.001-2000. Гайки крепления стремянок рессор должны быть затянуты моментом от 280 до 320 Нм (от 28 до 32 кгсм)	25,0
5. Установить задние (внутренние, наружные) колеса и завернуть гайки их крепления. Приспособление ПС 181 для обслуживания колес Стеллаж ПИ 26 для колес (2 шт.) Сменная головка 7812-0505 1 X9 ГОСТ 25604-83 (S=32 мм) Ключ динамометрический МТ-1-500 ТУ РБ 14741830.001-2000 Крепление колес выполнить поочередной затяжкой накрест расположенных болтов Гайки крепления колес должны быть затянуты моментом от 450 до 500 Нм (от 45 до 50 кгсм)	30,0
6. Присоединить фланец карданного вала к фланцу ведущей шестерни редуктора заднего моста Ключ 7811-0025 С1Х9 ГОСТ 2839-80 (22х24 мм) Ключ динамометрический МТ-1-240 ТУ РБ 14741830.001-2000 Гайки болтов крепления фланца карданного вала затянуть моментом от 120 до 160 Нм (от 12 до 16 кгсм)	20,0
7. Приподнять заднюю часть автомобиля и убрать подставку из-под рамы Подъемник канавный ПТО 16 М Подставка под задний мост ПС 272 (2шт.) Подставка под раму автомобиля (собственного изготовления)	3,0
8. Опустить подъемник ПТО 16 М с подставкой, снять подъемник с тормоза, выкатить его из-под автомобиля и снять подставку Подъемник канавный ПТО 16 М Подставка под задний мост ПС 272 (2шт.)	4,0
9. Установить вал стабилизатора в кронштейны подвески, вставить болты и завернуть гайки крепления Ключ 7811-0023 С1Х9 ГОСТ 2839-80 (17х19 мм) Ключ динамометрический МТ-1-240 ТУ РБ 14741830.001-2000 Гайки крепления вала стабилизатора должны быть затянуты моментом от 180 до 200 Нм (от 18 до 20 кгсм)	12,0
10. Присоединить рычаг регулятора тормозных сил к кожуху заднего моста и отрегулировать привод регулятора Ключ 7811-0023 С1Х9 ГОСТ 2839-80 (17х19 мм) Линейка 300 мм ГОСТ 427-75, угломер 1-2 ГОСТ 5378-88 Установочные параметры выбиты на табличке на подножке левой двери кабины	5,0
11. Присоединить три шланга подвода сжатого воздуха к энергоаккумуляторам заднего моста Ключ 7811-0023 С1Х9 ГОСТ 2839-80 (17х19 мм)	9,0
12. Присоединить шланг подвода воздуха к цилиндру блокировки дифференциала Ключ 7811-0041 С1Х9 ГОСТ 2839-80 (27х30 мм)	4,0

13. Присоединить датчик включения блокировки дифференциала Ключ 7811-0026 С1Х9 ГОСТ 2839-80 (24х27 мм)	3,0
14. Присоединить штекерное соединение кабеля датчика антиблокировочной системы и установить два хомута крепления кабеля (2шт.)	7,0
15. Вывернуть пробку заливного отверстия картера заднего моста, залить смазку и завернуть пробку на место Ключ специальный 500-3901041-01 Установка заправочная С-223-1	9,0
16. Проверить ход штоков тормозных камер энергоаккумуляторов Линейка для замера хода штоков тормозных камер ПП 15 Ход штока тормозной камеры энергоаккумулятора при установке рычага с автоматической регулировкой зазора должен быть от 38 до 44 мм, при установке рычага без автоматической регулировки - от 25 до 35 мм	4,0
17. Убрать упоры из-под переднего колеса автомобиля, снять автомобиль с поста ремонта, установить автомобиль на пост диагностики и подложить упоры с обеих сторон переднего колеса Пост диагностики Упор противооткатный (2 шт.) (собственного изготовления) Проверить параллельность заднего моста относительно передней оси Оптический измерительный прибор Р5В20 Задний мост и передняя ось должны быть параллельны между собой. Колесная база МАЗ - 437040-020, - 437040-022, - 437040-040 - 4200 мм, МАЗ - 437040-021, 437040-023, 437040-041 - 3700 мм Разность размеров по центрам крышек ступиц заднего моста и передней оси с левой и правой стороны автомобиля должна быть не более 3 мм Убрать упоры из-под колеса и снять автомобиль с поста диагностики Упор противооткатный (2 шт.) (собственного изготовления)	5,0

Технологический процесс снятия передней оси автомобиля МАЗ-555102 (выполняется на посту канавном для ТО и ремонта автомобилей МАЗ) (Вариант №7 – операции 1-7, вариант № 8 – операции 8-14)

Содержание операции; оборудование, инструмента, приспособления, материалы	Норма основного времени Т _о , мин
1	2
1. Установить автомобиль на пост, затормозить ручным тормозом и подложить противооткатные упоры под заднее колесо с обеих сторон. Упор противооткатный (2 шт.) (собственного изготовления)	3,0
2. Отсоединить продольную рулевую тягу от поворотного рычага, подвесить тягу к лонжерону рамы Ключ 7811-0043 С1Х9 ГОСТ 2839 (32х36 мм), Плоскогубцы 7814-0089 Х9 ГОСТ 7236, Съёмник наконечников рулевых тяг 64221-3918370, Скоба (собственного изготовления)	14,0

3. Открепить хомуты крепления, расстыковать штекерные соединения кабелей датчиков антиблокировочной системы	4,0
4. Отсоединить шланги от тормозных камер, Ключ 7811-0026 С1Х9 ГОСТ 2839 (24x27 мм)	8,0
5. Отвернуть гайки стремянок рессор, закрепить амортизаторы и стабилизатор поперечной устойчивости с кронштейнами к раме автомобиля. Гайковерт для гаек стремянок рессор И-319. Молоток 7850-0101 Ц15. хр. ГОСТ 2310. Лопатка монтажная 6422-3901284. Скоба (3 шт.) (собственного изготовления)	52,0
6. Установить на стойки подъемника подставку под переднюю ось . Подъемник ПТО 16 М. Подставка под переднюю ось (собственного изготовления)	8,0
7. Подвести подставку под балку передней оси, затормозить подъемник. Подъемник ПТО 16 М. Подставка под переднюю ось (собственного изготовления)	4,0
8. Вывесить переднюю часть автомобиля до отрыва колес от пола. Подъемник ПТО 16 М. Подставка под переднюю ось (собственного изготовления)	3,0
9. Отвернуть гайки крепления передних колес. Приспособление для обслуживания колес ПС 181. Головка 7812-0505 ГОСТ 25604 (S=32 мм)	28,0
10. Снять передние колеса и установить их в стеллаж. Стеллаж для колес ПИ 26. Лопатка монтажная 6422-3901284	14,0
11. Поднять переднюю ось автомобиля и установить подставку под раму. Подъемник ПТО 16 М. Подставка под переднюю ось (собственного изготовления). Подставка под раму (собственного изготовления)	16,0
12. Снять стремянки, накладки и буфера рессор. Молоток 7850-0101 Ц15. хр. ГОСТ 2310	8,0
13. Опустить стойки подъемника, снять его с тормоза и выкатить подъемник с передней осью из-под автомобиля. Подъемник ПТО 16 М. Подставка под переднюю ось (собственного изготовления)	8,0
14. Снять переднюю ось с подъемника и установить на подставку. Кран-балка (грузоподъемность 3,2 т). Строп для передней оси (собственного изготовления). Подставка (собственного изготовления)	10,0

Технологический процесс снятия передней оси автомобиля МАЗ-544069 (выполняется на посту канавном для ТО и ремонта автомобилей МАЗ) (Вариант №9 – операции 1-7, вариант № 10 – операции 8-14)

Содержание операции; оборудование, инструмента, приспособления, материалы	Норма основного времени Т _о , мин
1	2
1. Установить автомобиль на пост, затормозить ручным тормозом и подложить противооткатные упоры под заднее колесо с обеих сторон. Упор противооткатный (2 шт.) (собственного изготовления)	3,0
2. Отсоединить продольную рулевую тягу от поворотного рычага, подвесить тягу к лонжерону рамы Ключ 7811-0043 С1Х9 ГОСТ 2839 (32х36 мм) Плоскогубцы 7814-0089 Х9 ГОСТ 7236 Съёмник наконечников рулевых тяг 64221-3918370 Скоба (собственного изготовления)	14,0
3. Открепить хомуты крепления, расстыковать штекерные соединения кабелей датчиков антиблокировочной системы	4,0
4. Отсоединить шланги от тормозных камер Ключ 7811-0026 С1Х9 ГОСТ 2839 (24х27 мм)	8,0
5. Отвернуть гайки стремянок рессор, закрепить амортизаторы и стабилизатор поперечной устойчивости с кронштейнами к раме автомобиля Гайковерт для гаек стремянок рессор И-319 Молоток 7850-0101 Ц15. хр. ГОСТ 2310 Лопатка монтажная 6422-3901284 .Скоба (3 шт.) (собственного изготовления)	52,0
6. Установить на стойки подъемника подставку под переднюю ось Подъемник ПТО 16 М Подставка под переднюю ось (собственного изготовления)	8,0
7. Подвести подставку под балку передней оси, затормозить подъёмник Подъемник ПТО 16 М Подставка под переднюю ось (собственного изготовления)	4,0
8. Вывесить переднюю часть автомобиля до отрыва колес от пола Подъемник ПТО 16 М Подставка под переднюю ось (собственного изготовления)	3,0
9. Отвернуть гайки крепления передних колес Приспособление для обслуживания колес ПС 181 Головка 7812-0505 ГОСТ 25604 (S=32 мм)	28,0
10. Снять передние колеса и установить их в стеллаж Стеллаж для колес ПИ 26 Лопатка монтажная 6422-3901284	14,0
11. Поднять переднюю ось автомобиля и установить подставку под раму Подъемник ПТО 16 М Подставка под переднюю ось (собственного изготовления) Подставка под раму (собственного изготовления)	16,0

12. Снять стремянки, накладки и буфера рессор Молоток 7850-0101 Ц15. хр. ГОСТ 2310	8,0
13. Опустить стойки подъемника, снять его с тормоза и выкатить подъемник с передней осью из-под автомобиля Подъемник ПТО 16 М Подставка под переднюю ось (собственного изготовления)	8,0
14. Снять переднюю ось с подъемника и установить на подставку Кран-балка (грузоподъемность 3,2 т) Строп для передней оси (собственного изготовления) Подставка (собственного изготовления)	10,0

Таблица Б.2 – Исходные данные для практической работы № 6. Требуемые параметры тормозных стенов

№ вар	Допустимая нагрузка на ось $G_{ось}$, кН	Окружная скорость роликов v , км/ч	Диапазон измерения тормозной силы P_T , кН	Диаметр ролика D , мм
1	20	4	0-5	130
2	10	6	0-5	320
3	15	5	0-5	190
4	20	4	0-5	190
5	20	0,3	0-5	112
6	10	3	0-3	188
7	20	5	0-5	188
8	20	5	0-5	183
9	20	4	0-5	182
10	30	5	0-5	200
11	20	5	0-5	182
12	20	4,5	0-5	170
13	10	5	0-1	202
14	20	6	0-5	160
15	25	2,5	0-5	112
16	100	1	0-30	240
17	100	2,6	0-30	200
18	20	2	0-5	130
19	130	2,2	0-30	188
20	130	2	0-30	160
21	120	2,2	0-30	170
22	120	2	0-30	190
23	20	2	0-5	202
24	20	5	0-5	112
25	10	4,5	0-5	240
26	15	4	0-5	182
27	20	6	0-5	190
28	20	1	0-5	130
29	25	4	0-5	112

Таблица Б.3 - Исходные данные для практической работы № 7. Параметры проектируемого стенда тяговых качеств и параметры диагностируемых автомобилей

№ вар	Нагрузка на ось $G_{i \text{ на}}$, кН	Диаметр барабанов D_A , мм	Коэффициент сцепления ϕ	Расстояние между осями барабанов L_C , мм	Минимальные размеры шин колес автомобилей	Максимальные размеры шин колес автомобилей
1	15	318	0,9	572	R13 145 / 80	R20 225 / 35
2	20	318	0,7	604	R13 155 / 80	R20 245 / 35
3	20	235	0,8	470	R13 155 / 65	R20 255 / 35
4	50	235	0,9	494	R13 165 / 65	R20 275 / 35
5	15	318	0,9	700	R13 175 / 65	R20 245 / 40
6	50	318	0,7	731	R13 185 / 65	R20 255 / 40
7	15	318	0,8	763	R13 195 / 65	R20 275 / 40
8	25	318	0,9	572	R13 155 / 70	R20 295 / 40
9	25	318	0,9	604	R13 165 / 70	R20 245 / 45
10	50	318	0,7	636	R13 175 / 70	R20 255 / 45
11	15	262	0,8	550	R13 165 / 60	R20 275 / 45
12	20	320	0,9	704	R13 175 / 60	R20 245 / 50
13	25	240	0,9	552	R13 185 / 60	R20 255 / 50
14	16	235	0,7	564	R13 195 / 60	R20 265 / 50
15	15	240	0,8	432	R13 205 / 60	R20 275 / 50
16	20	262	0,9	498	R13 185 / 55	R20 285 / 50
17	25	318	0,9	636	R14 155 / 65	R20 305 / 50
18	16	320	0,7	672	R14 165 / 65	R20 245 / 30
19	15	235	0,8	517	R14 175 / 65	R20 275 / 55
20	20	240	0,9	552	R14 185 / 65	R20 275 / 60
21	25	262	0,9	629	R14 195 / 65	R20 265 / 45
22	16	318	0,7	572	R14 205 / 65	R20 315 / 35
23	80	320	0,8	608	R14 155 / 70	R22 285 / 30
24	50	235	0,9	470	R14 165 / 70	R22 295 / 30
25	20	240	0,9	504	R14 175 / 70	R22 265 / 35
26	25	262	0,7	576	R14 185 / 70	R22 285 / 35
27	16	318	0,8	731	R14 195 / 70	R22 295 / 35
28	80	320	0,9	768	R14 155 / 55	R22 275 / 45
29	50	235	0,7	470	R14 165 / 55	R22 285 / 45
30	25	320	0,8	672	R14 185 / 55	R22 295 / 45

Учебное издание

Составитель: **Монтик Сергей Владимирович**
Акулич Ярослав Антонович

Методические указания

к выполнению практических работ
по дисциплине
**«Проектирование, расчет и эксплуатация
технологического оборудования»**

для студентов специальности
1 - 37 01 06 **«Техническая эксплуатация автомобилей»**,

Часть 2

Ответственный за выпуск Монтик С.В.
Редактор Строкач Т.В.

Подписано к печати .2010 г. Формат 60x84/16 Бумага писчая N 1. Усл. п.л. ____.
Уч. изд. л. . Заказ N . Тираж 100 экз. Отпечатано на ризографе Учреждения образо-
вания «Брестский государственный технический университет». 224017, г. Брест, ул. Мос-
ковская, 267.