

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА МАШИНОСТРОЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

ПРАКТИКУМ

по дисциплинам

**«Механизация процессов технической эксплуатации
автомобилей», «Средства технического оснащения автосервиса»**

для студентов специальностей

1-37 01 07 «Автосервис»

1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»

дневной и заочной форм получения образования

Часть 2



Брест 2024

УДК 629.331.083(075.8)

Практикум по дисциплинам «Механизация процессов технической эксплуатации автомобилей», «Средства технического оснащения автосервиса» для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей», 1-37 01 07 «Автосервис» дневной и заочной форм получения образования (часть 2) содержит практическую работу по изучению конструкции и принципа работы силового роликового тормозного стенда, проектирование привода стенда, а также может использоваться при выполнении конструкторской части дипломного проекта студентов данных специальностей. В 3-х частях.

Составители: С. В. Монтик, зав. кафедрой МЭА, к. т. н., доцент
С. В. Савчук, доцент кафедры МЭА, к. т. н.

Рецензенты: зам. главного инженера – главный конструктор ОАО «Брестский электромеханический завод» Полуляшин Р. А.
зав. кафедрой машиноведения БрГТУ, к. т. н., доцент Голуб В. М.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Изучение конструкции и принципа работы силового роликового тормозного стенда. Проектирование привода стенда

ЗАДАНИЕ

Изучите конструкцию и принцип работы силового роликового тормозного стенда. Выполните проектирование привода стенда. Исходные данные даны в таблице А.1 приложения. Подготовьте ответы на контрольные вопросы, оформите отчет.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Тема, исходные данные в соответствии с вариантом (см. таблицу А.1), расчет привода стенда (см. пример расчета), письменные ответы на контрольные вопросы 1–8. Пример выполнения расчета и его оформления приведен ниже.

НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТОРМОЗНЫМ СИСТЕМАМ, ПРОВЕРЯЕМЫЕ СТЕНДОВЫМ МЕТОДОМ

В соответствии с государственным стандартом Республики Беларусь СТБ 1641-2019 «Транспорт дорожный. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки» тормозным системам предъявляются следующие требования.

Рабочую тормозную систему контролируют по показателям эффективности торможения и устойчивости транспортного средства (ТС) при торможении. Запасную, стояночную и вспомогательную тормозные системы ТС контролируют по эффективности торможения, оцениваемой по максимальным величинам тормозных сил. Рабочая и запасная тормозные системы ТС должны обеспечивать выполнение нормативов эффективности на роликовых стендах согласно таблице 1.

При проверках на роликовых стендах относительная разность тормозных сил колес оси (в процентах от наибольшего значения) для осей ТС с дисковыми колесными тормозными механизмами не должна превышать 20 %, для осей с барабанными колесными тормозными механизмами – 25 %. Стояночная тормозная система должна обеспечивать для ТС с технически допустимой максимальной массой значение удельной тормозной силы не менее 0,16.

Удельную тормозную силу γ_T рассчитывают по результатам проверок тормозных сил P_T на колесах ТС отдельно для автомобиля и прицепа (полуприцепа):

$$\gamma_T = \frac{\Sigma P_T}{M \cdot g},$$

где ΣP_T – сумма тормозных сил P_T на колесах ТС, Н; M – масса ТС, кг; g – ускорение свободного падения, м/с². ТС не проходит контроль, если сумма γ_T по всем осям меньше нормативных значений.

Для одной оси проверяется *относительная разность тормозных сил F колес оси* (в процентах от наибольшего значения), характеризующая устойчивость при торможении

рабочей тормозной системой. При этом относительную разность рассчитывают по результатам проверок тормозных сил P_T на колесах ТС:

$$F = \left| \frac{P_{T.ПР.} - P_{T.ЛЕВ.}}{P_{T.МАХ.}} \right| \cdot 100 \%,$$

где $P_{T.ПР.}$, $P_{T.ЛЕВ.}$ – максимальные тормозные силы соответственно на правом и левом колесе проверяемой оси ТС, Н; $P_{T.МАХ.}$ – наибольшая из измеряемых тормозных сил, Н.

Таблица 1 – Нормативы эффективности торможения ТС при контроле на роликовых стендах

Категория ТС	Удельная тормозная сила γ_T , не менее	
	рабочей тормозной системы	запасной тормозной системы
M ₁	0,50	–
M ₂ , M ₃	0,50	0,25
N ₁	0,45	–
N ₂ , N ₃	0,45	0,22

КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП РАБОТЫ СИЛОВОГО РОЛИКОВОГО ТОРМОЗНОГО СТЕНДА

Силовые роликовые тормозные стенды, в которых используются силы сцепления колеса с роликом, позволяют измерять тормозные силы в процессе его вращения со скоростью 2...10 км/ч. Тормозную силу каждого колеса измеряют, затормаживая его. Вращение колес осуществляется роликами стенда от электродвигателя. Тормозные силы определяют по реактивному моменту, возникающему на статоре мотор-редуктора стенда при торможении колес.

Силовые роликовые стенды позволяют получать достаточно точные результаты проверки тормозных систем. При каждом повторном испытании они способны создать 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 стендах измеряется так называемая овальность – оценка неравномерности тормозных сил за один оборот колеса, т. е. исследуется вся поверхность торможения.

При испытании на силовых роликовых стендах, когда усилие передается извне, т. е. от тормозного стенда, физическая картина торможения не нарушается. Тормозная система должна поглотить поступающую энергию даже несмотря на то, что автомобиль не движется (его кинетическая энергия равна нулю).

Есть еще одно важное условие испытаний – безопасность. Наиболее безопасные – испытания на силовых роликовых стендах, поскольку кинетическая энергия испытуемого автомобиля на стенде равна нулю. Следует отметить, что по совокупности своих свойств именно силовые роликовые стенды являются наиболее оптимальным решением как для АТП, так и для диагностических станций, проводящих гостехосмотр.

Современные силовые роликовые стенды для проверки тормозных систем могут определять ряд параметров:

– общие параметры транспортного средства и состояния тормозной системы: сопротивление вращению незаторможенных колес; неравномерность тормозной силы за один оборот колеса; массу, приходящуюся на колесо; массу, приходящуюся на ось; силу сопротивления вращению незаторможенных колес;

– параметры рабочей тормозной системы: наибольшую тормозную силу; время срабатывания тормозной системы; коэффициент неравномерности (относительную неравномерность) тормозных сил колес оси; удельную тормозную силу; усилие на орган управления;

– параметры стояночной тормозной системы: наибольшую тормозную силу; удельную тормозную силу; усилие на орган управления.

Информация о результатах контроля выводится на дисплей в цифровом или графическом виде. Результаты диагностирования могут также выводиться на печать и храниться в памяти компьютера как база данных диагностируемых автомобилей.

Принципиальное устройство силовых роликовых стэндов для диагностирования тормозных систем

Основными компонентами таких стэндов обычно являются (рисунок 1): два взаимно независимых комплекта роликов, размещенных в опорно-приводном устройстве 1 соответственно для левой и правой сторон автомобиля; силовой шкаф 2; стойка приборная 3; пульт дистанционного управления; силоизмерительное устройство давления на тормозную педаль; розетка 4 для подключения стойки приборной. Автотранспортное средство устанавливается на испытательный стэнд так, чтобы колеса проверяемой оси располагались на роликах.

Опорно-приводное устройство (рисунки 2, 3) предназначено для размещения опорных роликов и принудительного вращения колес диагностируемой оси автомобиля, а также для формирования (с помощью датчиков тормозной силы и массы) электрических сигналов, пропорциональных соответственно тормозной силе и части массы автомобиля, приходящейся на каждое колесо диагностируемой оси.

Опорно-приводное устройство (рисунки 2, 3) состоит из рамы 1 коробчатого сечения, в которой на сферических самоустанавливающихся подшипниках расположены две пары опорных роликов (2, 3 и 4, 5), связанных 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 поддерживает постоянную скорость вращения. Приводные двигатели для комплектов роликов могут приводиться в действие с помощью дистанционного управления, благодаря которому команды на измерения можно подавать из автомобиля.

Как правило, в тормозных стэндах 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.

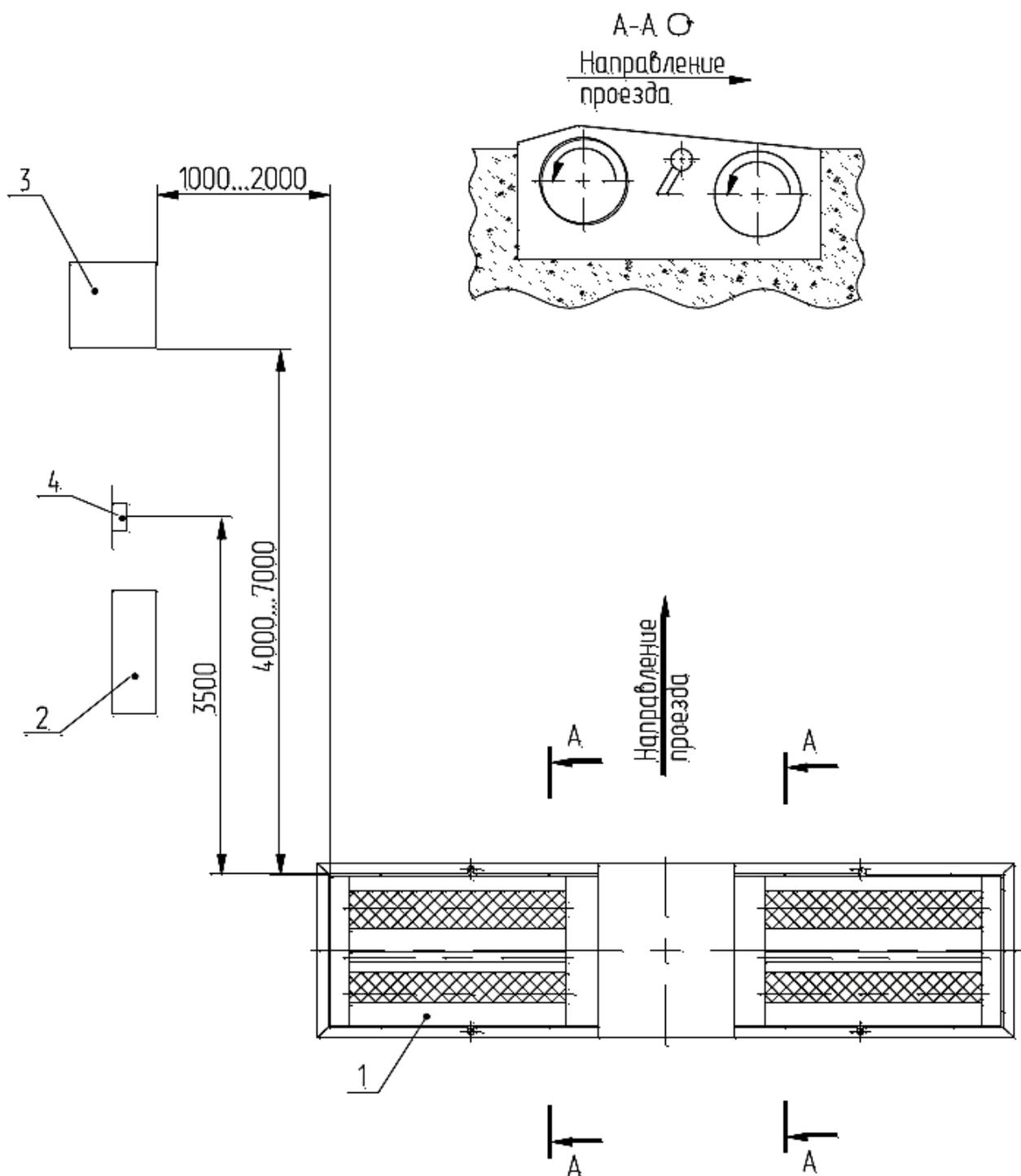
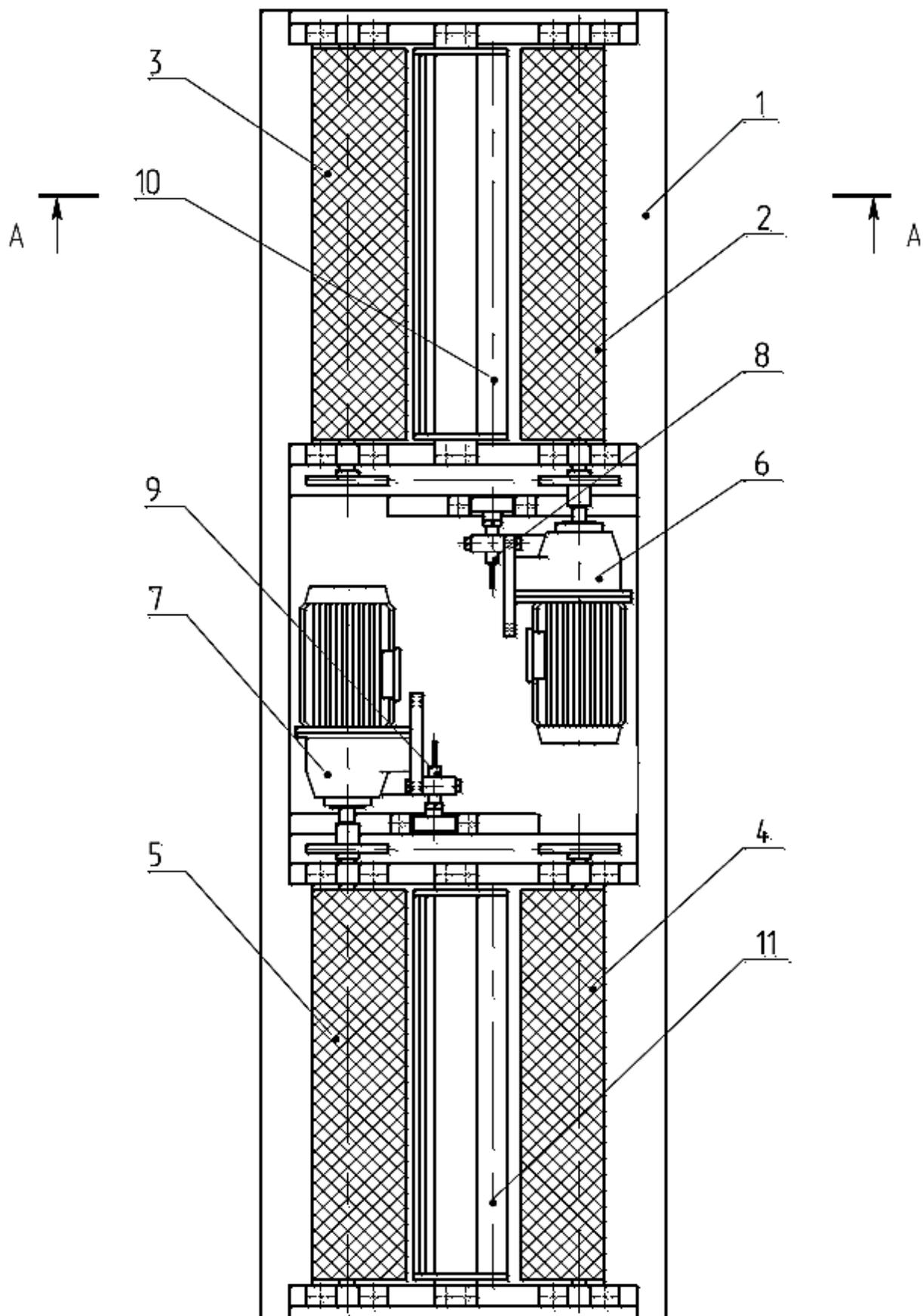


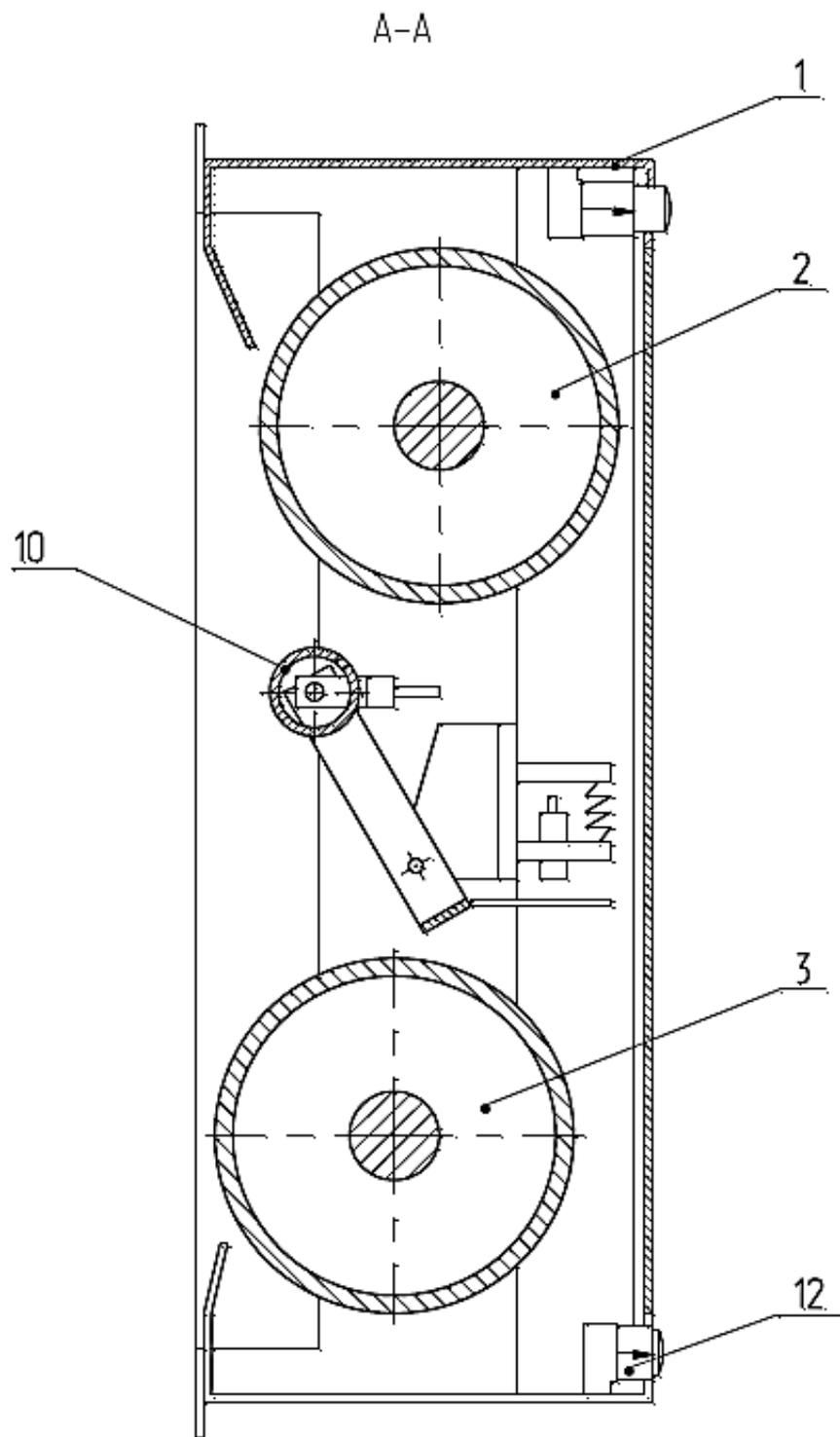
Рисунок 1 – Силовой роликовый тормозной стенд

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 ТС.

На раме 1 внизу под опорными роликами размещены четыре датчика массы 12, имеющие на концах упоры для установки и фиксации опорно-приводного устройства в фундаментной яме (или на раме).



1 – рама; 2, 3, 4, 5 – ролики; 6, 7 – мотор-редукторы;
 8, 9 – тензометрические датчики; 10, 11 – следящие ролики
Рисунок 2 – Схема опорно-приводного устройства (вид сверху)



1 – рама; 2, 3 – ролики; 10 – следящий ролик; 12 – датчики массы
Рисунок 3 – Схема опорно-приводного устройства (разрез А-А)

Раму 1 опорно-приводного устройства укладывают на резиновые подкладки, чтобы погасить вибрацию. Поверхности роликов силовых стенов делают рифлеными со стальной наваркой, обеспечивающей постоянный коэффициент сцепления по мере износа роликов. Для лучшего сцепления роликов с шинами колес оба ролика делают ведущими, а расстояние между ними – таким, чтобы сделать невозможным съезд 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 цели один из роликов (со стороны выезда) снабжают устройством, допускающим вращение только в одну сторону.

Тормозные стенды оборудованы специальными устройствами, предотвращающими пуск роликовых агрегатов в случае, когда одно или оба колеса заблокированы. Таким образом автомобиль и шины защищены от повреждения роликами. Запуск блокируется также в случае нажатия педали тормоза раньше времени, слишком высокого сопротивления вращению роликов одного или обоих колес, зажатия тормозных колодок и т. п.

Принцип действия силовых роликовых стендов

При въезде автомобиля на тормозной стенд производится измерение массы оси, если имеется взвешивающее устройство; при его отсутствии масса оси может вводиться с другого стенда, например стенда для проверки амортизаторов. Когда автомобиль устанавливают на испытательный стенд, то следящие ролики 10 и 11 нажимаются и передают стенду сигнал о приведении стенда в действие; для включения стенда должны быть нажаты оба следящих ролика. В дальнейшем следящие ролики служат для определения проскальзывания шины относительно беговых роликов и дают сигнал на отключение приводных мотор-редукторов при проскальзывании.

Затормаживаемое колесо приводится во вращение роликами. Во время торможения в зависимости от величины тормозной силы на балансирно 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 (см. рисунки 2, 3), один конец которых закреплен на лапах мотор-редукторов 6 и 7, а второй – на раме 1.

Скорость вращения роликов тормозного стенда сравнивается со скоростью вращения следящих роликов. Разность скоростей вращения следящих роликов и роликов тормозного стенда определяет величину проскальзывания. При таком проскальзывании стенды автоматически отключают привод роликов тормозного стенда, что предохраняет шины от повреждений. Обычно при проверке тормозят до тех пор, пока хотя бы один из следящих роликов не отметит превышение нормативной величины проскальзывания и не отключит приводные двигатели. При достижении одним колесом установленной границы проскальзывания оба опорных ролика отключаются. Максимальное измеренное значение записывается как максимальная тормозная сила.

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

Сигналы от тензорезисторных датчиков поступают в компьютер, где они автоматически обрабатываются по специальной программе. По результатам измерений тормозных сил и массы автомобиля вычисляют осевую и общую удельную тормозные силы и неравномерность тормозных сил. Результаты измерений и рассчитанные значения представляются в графическом и цифровом виде на мониторе, затем печатающее устройство распечатывает протокол измерений.

**Технические характеристики тормозного стенда
(на примере стендов СТС-3.5-СП-11 и СТС-4-СП-11)**

Начальная скорость торможения, имитируемая на стенде, км/ч, не менее	4,4
Диапазон измерения тормозной силы (на одном колесе), кН	0-10
Диапазон измерения силы, создаваемой на органе управления тормозной системы, Н	0-1000
Диапазон измерения массы, кг	0-3500
Диаметр ролика стенда, мм	205±5
Установленная мощность электрооборудования, кВт, не более	8
Максимальная мощность, потребляемая из сети при измерении максимальной тормозной силы в течение 10 сек, кВт, не более	20
Режим работы стенда – повторно-кратковременный:	
– работа опорно-приводного устройства, мин, не более	2
– пауза опорно-приводного устройства, мин, не менее	8
Питание от трехфазной сети переменного тока:	
– напряжение, В	380
– частота, Гц	50

Габаритные размеры и масса составных частей стенда

Составные части	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
	Длина	Ширина	Высота	
Устройство опорное	2332	700	300	450
Шкаф силовой	600	210	1000	50
Стойка приборная	625	665	1130	96
Общая масса стенда, кг, не более				600

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
НА СИЛОВЫХ РОЛИКОВЫХ ТОРМОЗНЫХ СТЕНДАХ**

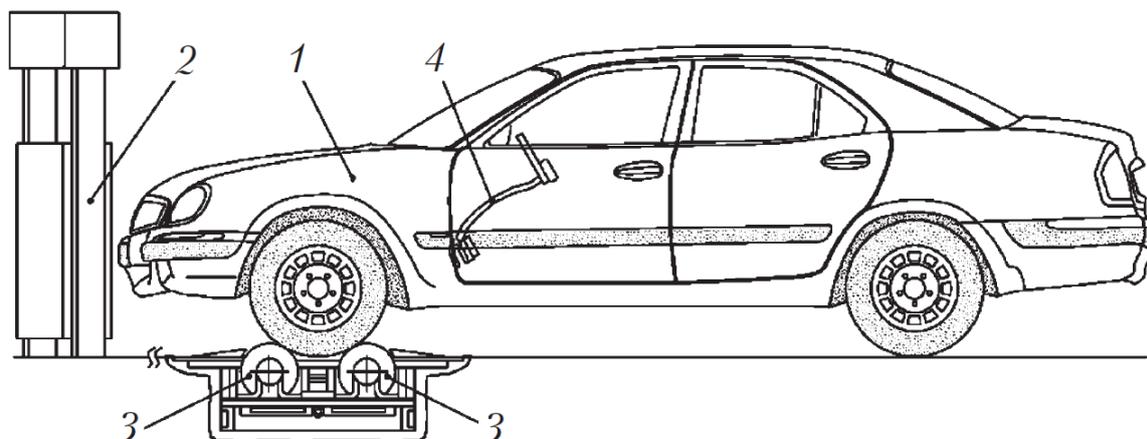
Рассмотрим технологическую последовательность измерения параметров на силовых роликовых тормозных стендах на примере легкового автомобиля.

1. Автомобиль устанавливают на стенд для диагностирования тормозных систем (рисунок 4).

Перед проверкой технического состояния тормозных систем ТС на тормозном стенде необходимо:

- проверить давление воздуха в шинах ТС и при необходимости довести его до нормы;
- проверить шины ТС на отсутствие повреждений и отслоения протектора, которые могут привести к разрушению шины при торможении на стенде;
- осмотреть колеса ТС и убедиться в надежности их крепления, а также отсутствии инородных предметов между сдвоенными колесами;
- оценить степень нагрева элементов тормозных механизмов проверяемой оси органолептическим методом (температура элементов тормозных механизмов должна быть не выше 100 °С). Оптимальными для проверки можно считать такие условия, при которых нагрев тормозных барабанов (дисков) позволяет удерживать незащищенную руку человека в непосредственном контакте с данным элементом продолжительное время (проводить такую оценку следует, соблюдая меры предосторожности во избежание ожога);
- установить на тормозную педаль устройство (датчик усилия нажатия) для контроля параметров тормозных систем при достижении заданного усилия приведения в действие органа управления;

– произвести просушку влажных колес для удаления влаги из тормозных механизмов, ее осуществляют многократным нажатием на тормозную педаль.



1 – диагностируемый автомобиль; 2 – приборная стойка;
3 – ролики стэнда; 4 – датчик измерения усилия нажатия тормозной педали

Рисунок 4 – Положение автомобиля на тормозном стэнде

2. Включают электродвигатели стэнда и измеряют тормозные силы (без нажатия на тормозную педаль), вызванные сопротивлением качению колес. Эта величина пропорциональна вертикальной нагрузке на колесо и для легковых автомобилей обычно составляет 49...196 Н.

Если сила сопротивления качению колеса оказывается большей 294...392 Н, это означает, что колесо заторможено, поэтому следует выяснить возможную причину этого (малый зазор между тормозными колодками и барабаном (диском), заедание поршней в рабочих цилиндрах, ненормальное затягивание подшипников ступицы колеса и т. д.).

3. Плавно нажимают на тормозную педаль с усилием не более 392 Н и снимают показания (допустимая разность тормозных сил для колес одной оси не должна превышать значений, указанных в СТБ 1641-2019).

4. Плавно нажимают на тормозную педаль так, чтобы создать на каждом колесе тормозную силу 490...784 Н, и поддерживают ее постоянной в течение 30...40 с.

Если разность в показаниях тормозных сил очень большая, значит в тормозные механизмы колес попала влага. Обычно это можно наблюдать при проверке автомобилей, поступивших на стэнд после мойки. В случае если различие между двумя показаниями сохраняется и после прогрева тормозов, то это объясняется одной из следующих причин: поверхность накладок тормозных колодок подверглась кристаллизации и сильному замасливанию и имеет низкий коэффициент трения, что может быть подтверждено при выполнении всего цикла испытания, если тормозная сила мало увеличивается, несмотря на наличие значительного усилия на тормозной педали; поршни рабочих цилиндров полностью заело в начальном положении, это подтверждается тем, что увеличение усилия на педали тормоза не вызывает повышения тормозной силы на колесе.

Для уточнения возможной неисправности необходимо осмотреть тормозной механизм колеса. Если в процессе испытания тормозные силы одного или двух колес ритмично колеблются (амплитуда колебаний 196...392 Н) при постоянном усилии нажатия

на тормозную педаль (147...196 Н), то это свидетельствует о наличии эллипсности или несоосности барабанов и колеса, деформации дисков, неправильном профиле шин. Условно можно считать, что эллипсность или несоосность составляют примерно 0,1 мм на каждые 98 Н колебаний тормозной силы.

5. При отпускании тормозной педали измерительные стрелки (цифры) возвращаются к минимальным величинам, создаваемым сопротивлением качению. По скорости и равномерности возвращения стрелок (цифр) оценивают одновременность и качество растормаживания колес.

6. Увеличивают усилие нажатия на тормозную педаль до 49 Н, регистрируют тормозные силы до достижения блокирования колес. В ходе этих испытаний оценивают равномерность работы тормозов.

Если наблюдается незначительное увеличение тормозных сил обоих колес (например, при усилии на педали 98 Н тормозная сила на колесах составляет 833 Н, а при увеличении усилия до 196 Н она возрастает до 1176 Н вместо 1568...1666 Н), то это означает, что тип примененных на автомобиле фрикционных накладок или непригоден из-за чрезмерно высокой твердости, или же их поверхность кристаллизовалась либо замаслилась в процессе эксплуатации.

Если наблюдается быстрое увеличение тормозных сил (например, при усилии на педали 98 Н тормозная сила на колесах составляет 833 Н, а при увеличении усилия до 196 Н она возрастает почти до 1960 Н), то тормоза имеют склонность к самоблокированию. Это особенно опасно при торможении на влажной дороге. Повышенная склонность к самоблокированию может быть вызвана использованием фрикционных накладок из слишком мягких материалов.

При барабанных тормозах аналогичное явление может возникать, если неправильно отрегулированы колодки. Кроме того, у автомобилей, имеющих усилитель тормозов, склонность к блокированию колес может быть вызвана неправильной работой усилителя.

Тормозные силы, которые создаются на колесах в момент их блокирования, имеют решающее значение для оценки эффективности действия тормозов. Однако следует иметь в виду, что величина тормозной силы, при которой происходит блокирование колес, определяется факторами, многие из которых не зависят от технического состояния тормозной системы автомобиля, например массой, приходящейся на одно колесо, давлением в шинах, износом и рисунком протектора.

7. Аналогично проверке тормозов передних колес проводится проверка тормозов задних колес.

8. Суммируя тормозные силы на каждом колесе, определяют удельную тормозную силу, которая должна быть не менее 50 % от полной массы автомобиля (конкретные значения указаны в СТБ 1641-2019). При этом удельная тормозная сила проверяется отдельно для передней и задней осей.

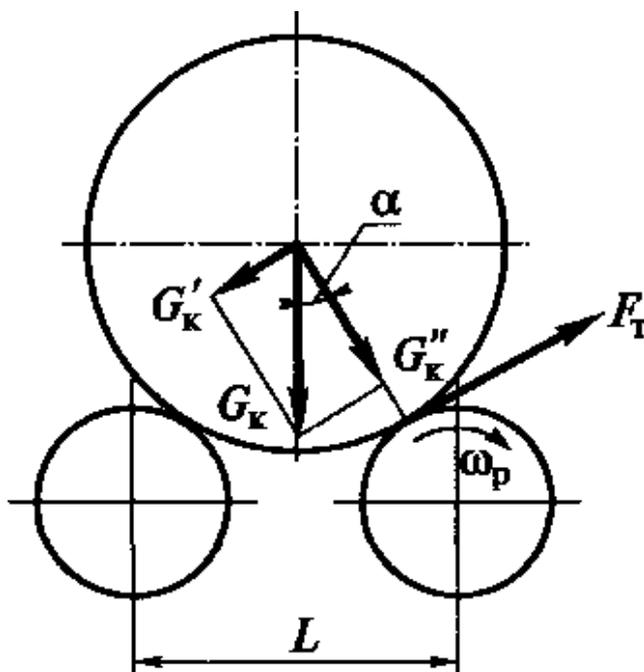
9. Для проверки ручного (стояночного) тормоза необходимо постепенно перемещать рычаг стояночного тормоза до начала блокирования колес. Эту операцию следует проводить особенно осторожно, так как в момент блокирования колес автомобиль, не удерживаемый незаторможенными передними колесами, может переместиться со стенда рывком назад, поэтому во время испытаний на расстоянии 2 м от автомобиля не должно быть людей.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИВОДА СИЛОВОГО РОЛИКОВОГО ТОРМОЗНОГО СТЕНДА (с примером расчета)

Задание: обосновать параметры привода тормозного стенда и подобрать планетарный мотор-редуктор для привода роликов опорно-приводного устройства в соответствии с вариантом задания (см. таблицу А.1).

Таблица 2 – Исходные данные для проектирования привода тормозного стенда

Начальная скорость торможения v , имитируемая на стенде, км/ч	4,4
Максимальная тормозная сила F_T (на одном колесе), измеряемая на стенде, кН	10
Максимальная нагрузка (масса) m , приходящаяся на ось стенда, кг	3500
Диаметр ролика D_p стенда, мм	205
Угол невыезда α , градусы (см. рисунок 5)	27



G_K – вес автомобиля, приходящийся на колеса диагностируемой оси;

F_T – тормозная сила на колесах; ω_p – угловая скорость роликов; L – расстояние между роликами стенда

Рисунок 5 – Схема взаимодействия колеса и роликов стенда для диагностирования тормозов

1. Определяем частоту вращения роликов n_p , мин⁻¹, стенда исходя из начальной скорости торможения:

$$n_p = \frac{10^5 \cdot v}{6\pi D_p},$$

где v – начальная скорость торможения, имитируемая на стенде, км/ч; D_p – диаметр ролика стенда, мм.

$$n_p = \frac{10^5 \cdot 4,4}{6 \cdot 3,14 \cdot 205} = 113,9 \text{ мин}^{-1}.$$

2. Определяем вес автомобиля G_K , Н, приходящийся на колеса диагностируемой оси

$$G_K = m \cdot g,$$

где m – максимальная масса, приходящаяся на ось стенда, кг; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

$$G_K = 3500 \cdot 9,8 = 34300 \text{ Н.}$$

3. Определяем максимальную затормаживающую силу $F_{T.MAX}$, Н, (на одном колесе), которую может обеспечить проектируемый тормозной стенд исходя из конструктивных параметров, и сравниваем с максимальной тормозной силой F_T (на одном колесе), измеряемой на стенде:

$$F_{T.MAX} = \frac{G_K}{2 \cos \alpha} (\varphi + f_P) \geq F_T,$$

где φ – коэффициент сцепления шины с роликом, $\varphi = 0,56$; f_P – коэффициент трения качения колес по поверхности роликов, $f_P = 0,03$.

$$F_{T.MAX} = \frac{34300}{2 \cos 27^\circ} (0,56 + 0,03) = 11356 \text{ Н} = 11,36 \text{ кН} > F_T = 10 \text{ кН.}$$

Условие выполняется, стенд может обеспечить измерение заданной тормозной силы $F_T = 10 \text{ кН}$.

4. Определяем максимальный вращающий момент M_T , Н · м, прикладываемый роликами стенда к заторможенным колесам автомобиля при измерении тормозной силы:

$$M_T = \frac{F_T \cdot D_P}{2},$$

где F_T в кН, D_P в мм.

$$M_T = \frac{10 \cdot 205}{2} = 1025 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

5. Подбираем по таблице А.2 планетарный мотор-редуктор исходя из требуемой частоты вращения роликов стенда n_P и максимального вращающего момента M_T :

$$n_{RED} \approx n_P;$$

$$M_{RED} \geq M_T.$$

Записываем обозначение и технические характеристики выбранного мотор-редуктора и определяем фактическую скорость торможения $v_{\text{ФАКТ}}$, имитируемую на стенде, которая должна быть в пределах 2...6 км/ч:

$$v_{\text{ФАКТ}} = \frac{6\pi D_p \cdot n_{\text{РЕД}}}{10^5}, \text{ км/ч.}$$

Для примера по таблице А. 2 выбираем планетарный мотор-редуктор:

Мотор-редуктор ЗМП–80–112–18,5 G310 У3, 380 В,

где **ЗМП** – тип мотор-редуктора; **80** – радиус расположения осей сателлитов, мм; **112** – номинальная частота вращения выходного вала, мин⁻¹; **18,5** – мощность комплектующего электродвигателя, кВт; **G310** – конструктивное исполнение по способу монтажа (310,320,330 – исполнение на фланце; 110-160 – исполнение на лапах) (см. рисунок А.1); **У3** – вид климатического исполнения и категория размещения (умеренный климат (У) для третьей категории); **380 В** – напряжение в сети переменного тока.

Для выбранного планетарного мотор-редуктора

$$n_{\text{РЕД}} = 112 \text{ мин}^{-1} \approx n_p = 113,9 \text{ мин}^{-1};$$

$$M_{\text{РЕД}} = 1544 \text{ Н} \cdot \text{м} \geq M_T = 1025 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Фактическая скорость торможения $v_{\text{ФАКТ}}$, имитируемая на стенде:

$$v_{\text{ФАКТ}} = \frac{6 \cdot 3,14 \cdot 205 \cdot 112}{10^5} = 4,3 \text{ км/ч.}$$

Условие выполняется, $v_{\text{ФАКТ}}$ находится в пределах 2...6 км/ч.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как определяется удельная тормозная сила (запишите формулу, расшифруйте все обозначения)?
2. Как определяется относительная разность тормозных сил (запишите формулу, расшифруйте все обозначения)?
3. Какие параметры рабочей тормозной системы определяются на силовых роликовых тормозных стендах?
4. Какие параметры стояночной тормозной системы определяются на силовых роликовых тормозных стендах?
5. Кратко опишите принцип работы силовых роликовых тормозных стендов.
6. Чему должна быть равна удельная тормозная сила рабочей тормозной системы для транспортных средств категории М₁ и категории N₁ по СТБ 1641-2019?
7. Чему должна быть равна относительная разность тормозных сил колес оси (в процентах от наибольшего значения) для осей ТС с дисковыми колесными тормозными механизмами и для осей с барабанными колесными тормозными механизмами по СТБ 1641-2019?

8. Опишите опорно-приводное устройство силового роликового тормозного стенда.
9. По рисункам 2 и 3 устно поясните устройство и принцип действия силового роликового тормозного стенда.
10. Устно опишите технологическую последовательность измерения параметров на силовых роликовых тормозных стендах.

Список используемых источников

1. Бондаренко, Б. В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. – М. : Издательский центр «Академия», 2015. – 304 с.
2. Савич, Е. Л. Техническая эксплуатация автомобилей : учебное издание : в 3 ч. / Е. Л. Савич, А. С. Сай ; под ред. Е. Л. Савича. – Минск : Новое знание, 2015. – Ч. 2 : Методы и средства диагностики и технического обслуживания автомобилей : учебное пособие. – 364 с.
3. Сайт ООО «Техноэкссервис». Планетарные мотор-редукторы. Тип ЗМП-31,5, ЗМП-40, ЗМП-50, ЗМП-80 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://technoexservice.by/-katalog/motor-reduktory1/planetarnye-motor-reduktory/planetarnye-motor-reduktory.-tip-3mp-31-5-3mp-40-3mp-50-3mp-80.html>. – Дата доступа: 25.07.2024.

Приложение А

Таблица А.1 – Исходные данные для проектирования привода тормозного стенда

Вар №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
v , км/ч	4,4	4,4	4	3,5	3	3,5	4,4	4	3,5	3	5
F_T , кН	10	9,5	9,75	10	9	9,5	9,75	10	10	9,5	9,75
m , кг	3500	3750	4000	3500	3750	4000	3500	3750	4000	3500	4000
D_p , мм	200	205	210	220	225	200	205	210	220	225	210
α , градусы	27	26	25	27	26	25	27	26	25	27	26

Таблица А.2 – Основные технические характеристики мотор-редукторов ЗМП-80 [3]

Наименование мотор-редуктора	Номинальная частота вращения выходного вала, мин ⁻¹	Номинальный крутящий момент на выходном валу, Н·м	Передаточное отношение редукторной части	Масса, кг, не более	Двигатель	
					Тип	Мощность, кВт
ЗМП 80	3,55	1975	211,3	150	АИР90LA8	0,75
		1450			АИР80B8	0,55
	4,4	1593	170,5		АИР90LA8	0,75
		1168			АИР80B8	0,55
	5,6	1836	178,6		АИР80B6	1,1
		1252			АИР80A6	0,75
	7,1	1975	211,3		АИР80B4	1,5
		1450			АИР80A4	1,1
	9	2285	166,7		АИР90L4	2,2
		1558			АИР80B4	1,5
	12,5	2244	240		АИР90L2	3
		1645			АИР80B2	2,2
	16	1752	187,5		АИР90L2	3
		1285			АИР80B2	2,2
	18	2077	41,6		АИР132S8	4
		1558			АИР112MB8	3
	22,4	2295	44,6	АИР132M8	5,5	
		1669		АИР132S8	4	
	28	1836	35,7	АИР132M8	5,5	
		1335		АИР132S8	4	
	35,5	1975	42,3	АИР132S4	7,5	
		1450		АИР112L4	5,5	
	45	2285		АИР132M4	11	
		1558		АИР132S4	7,5	
	56	1836		АИР132M4	11	
		1252		АИР132S4	7,5	
	71	1975		АИР160S2	15	
		1450		АИР132M2	11	
	90	1558		АИР160S2	15	
		1142		АИР132M2	11	
	112	1836		АИР180M6	22	
		1544		АИР180S6	18,5	
140	2000		АИР200L6	30		
	1470		АИР200M6	22		
180	1920		АИР200M4	37		
	1555		АИР180M4	30		
224	1875		АИР225M4	55		
	1541		АИР200M4	37		
280	1518		200	АИР200L4	45	

Условное обозначение редуктора

Мотор-редуктор **ЗМП-80-112-18,5 G310 У3, 380 В**,

где **ЗМП** – тип мотор-редуктора; **80** – радиус расположения осей сателлитов, мм; **112** – номинальная частота вращения выходного вала, об/мин; **18,5** – мощность комплектующего электродвигателя, кВт; **G310** – конструктивное исполнение по способу монтажа (310,320,330 – исполнение на фланце; 110-160 – исполнение на лапах); **У3** – вид климатического исполнения и категория размещения; **380 В** – напряжение в сети переменного тока.

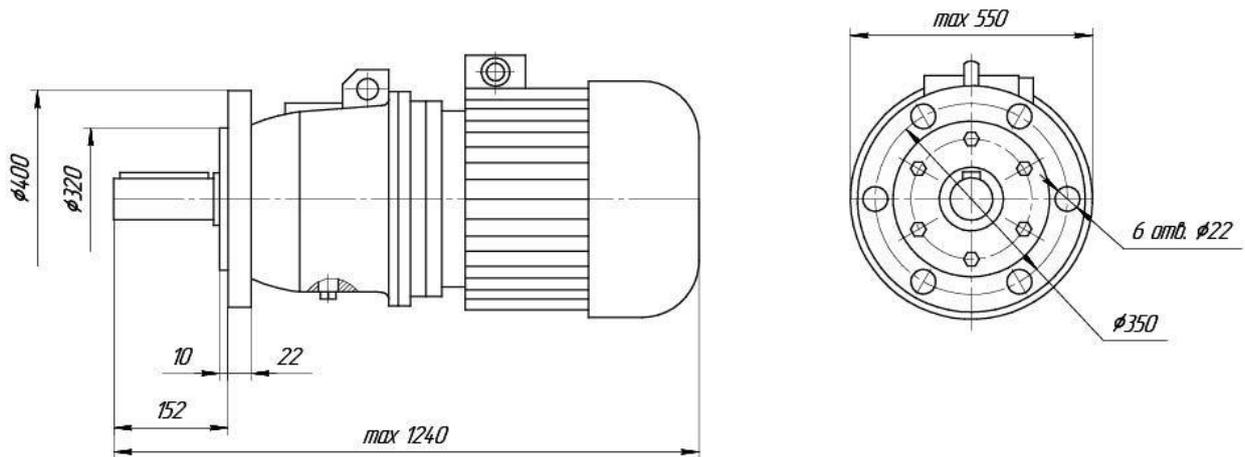


Рисунок А.1 – Общий вид планетарного мотор-редуктора с габаритными и присоединительными размерами (исполнение – на фланце, монтажная позиция G310) [3]

Учебное издание

Составители:

Монтик Сергей Владимирович

Савчук Сергей Васильевич

ПРАКТИКУМ

по дисциплинам

«Механизация процессов технической эксплуатации автомобилей», «Средства технического оснащения автосервиса»

для студентов специальностей

1-37 01 07 «Автосервис»

1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»

дневной и заочной форм получения образования

Часть 2

Ответственный за выпуск: Монтик С. В.

Редактор: Винник Н. С.

Компьютерная вёрстка: Соколюк А. П.

Корректор: Дударук С. А.

Подписано в печать 16.10.2024 г. Формат 60x84 1/16. Бумага «Performer».
Гарнитура «Arial Narrow». Усл. печ. л. 1,16. Уч. изд. л. 1,25. Заказ № 1028. Тираж 30 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1569 от 16.10.2017 г.

