

ВАГОНЫ

Ташкент - 2009

ГАЖК «У□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□»
Ташкентский институт инженеров
железнодорожного транспорта

ВАГОНЫ

Учебное пособие
с методическими указаниями к выполнению лабораторных работ

для подготовки магистров
по специальности 5А521104 «Вагоны»

Ташкент – 2009

УДК 629.43/46(075)

Учебное пособие с методическими указаниями к выполнению лабораторных работ предназначено для подготовки магистров по специальности 5А521104 – «Вагоны».

В учебном пособии с методическими указаниями приведены теоретические сведения, цели выполнения работ, даны рекомендации по порядку проведения работ и их оформлению, приведены справочные данные о массах и размерах существующих узлов и деталей вагонов, находящихся в эксплуатации.

Методические указания могут быть полезны магистрантам, обучающимся по специальности 5А521104 – «Вагоны», инженерам и специалистам в области проектирования вагонов, а также студентам, обучающимся по направлению 5521100 – «Наземные транспортные системы».

Рекомендовано к изданию решением Учебно-методической комиссии Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта.

Составитель: к.т.н., доцент кафедры «Вагоны» С.А. Хромов.

Рецензенты: д.т.н., академик, зав. кафедрой «Технология автомобилестроения» ТАДИ О.В. Лебедев.
К.т.н., доцент, зав. кафедрой «Локомотивы»
ТашИИТа Б.Т.Файзиев.

© Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, 2009 г.

Введение

При изучении дисциплины «Конструкция вагонов» для более полного и глубокого понимания особенностей конструкции наиболее важных и ответственных узлов вагонов, а также для правильного понимания их работы, условий нагружения и назначения, предусмотрено проведение лабораторных работ.

Кроме того, выполнение лабораторных работ студентами вырабатывает у них инженерное восприятие техники в целом, развивает логическое мышление, а также дает навыки работы с современными измерительными устройствами, приборами и приспособлениями, применяемыми на производстве.

Настоящие методические указания предназначены для организации правильного выполнения лабораторных работ, содержат необходимые теоретические и практические сведения по конструкции вагонов и их узлов, а также рекомендации по оформлению работ и подготовке отчетов.

Лабораторная работа №1

Тема: «Изучение устройства колёсных пар. Анализ особенностей колёсных пар и измерение её элементов»

Цель работы: Изучение устройства колёсной пары и её частей, обоснование допустимых форм и размеров этих частей и их взаимного расположения. Выявление основных неисправностей колесных пар.

1.1. Общие сведения

Колесная пара – это ось и два напрессованных на нее колеса.

Ось воспринимает всю нагрузку от груза, кузова, рамы, тележки и передает ее на рельсы через сложные профили поверхностей катания двух колес, которые направляют вагон по рельсовому пути.

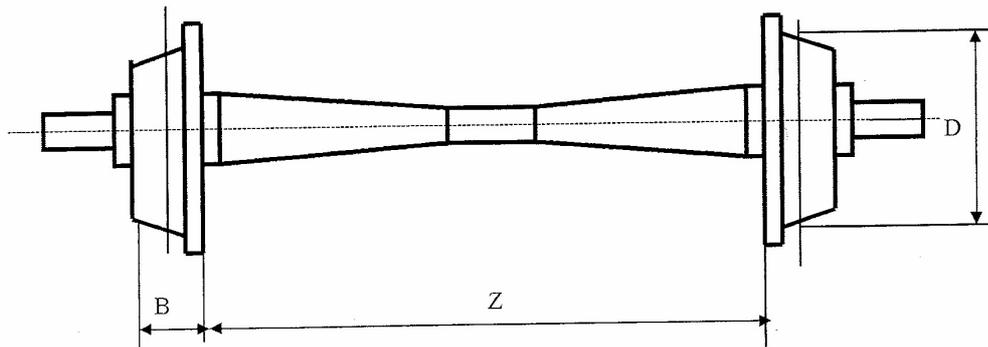


Рисунок 1.1. Схема колесной пары с обозначением ее основных размеров.

Колесные пары должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- обладать достаточной прочностью, износостойкостью;
- иметь небольшую массу для снижения тары вагона и уменьшения динамического воздействия на верхнее строение пути;
- обладать некоторой упругостью для уменьшения динамических сил, возникающих при движении вагона.

Типы, основные размеры и технические условия на изготовление вагонных колесных пар определяются Государственными стандартами, а содержание и ремонт – Правилами технической эксплуатации железных дорог (ПТЭ) и Инструкцией по осмотру,

освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар. Тип колесной пары определяется типом оси и диаметром колес.

На отечественных железных дорогах применяются следующие типы вагонных колёсных пар:

- Для вагонов с роликовыми подшипниками:

РУ1-950 с цельнокатаными колёсами;

РУ1Ш-950 с цельнокатаными колёсами;

РУ-950 с цельнокатаными колёсами;

Где обозначено:

Р – роликовая (применяются буксы с роликовыми подшипниками);

У – унифицированная (как для грузовых, так и для пассажирских вагонов);

Ш – шайбовая (торцевое крепление внутренних колец роликовых подшипников на шейке оси производится шайбой, закрепленной тремя или четырьмя болтами;

950 – эта цифра указывает диаметр поверхности катания колес в мм.

Основные размеры вновь формируемых колёсных пар приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Основные размеры колесных пар

Основные размеры	Тип колёсной пары	Размеры, мм
Z	Все колёсные пары	1440
D	РУ-950 РУ1-950 РУ1Ш-950	950
D	РУ-1050	1050
B	Все колёсные пары	130

Возможны следующие соединения колес с осью:

- неподвижное (холодной или горячей запрессовкой оси в колесо на прессовом станке);

- подвижное:

а) колеса могут вращаться относительно оси (через подшипник),

б) колеса могут смещаться вдоль оси при переходе с узкой на широкую колею и обратно.

Наиболее распространенный способ - неподвижный, холодным прессованием.

Оси

Ось – это стальной брус круглого, переменного по длине

поперечного сечения (рисунок 1.2). Бывают сплошные и полые. Различаются способом крепления внутренних колец подшипников (приставной шайбой или гайкой) на шейке оси и технологией изготовления. В таблице 1.2 приведены основные размеры осей колёсных пар.

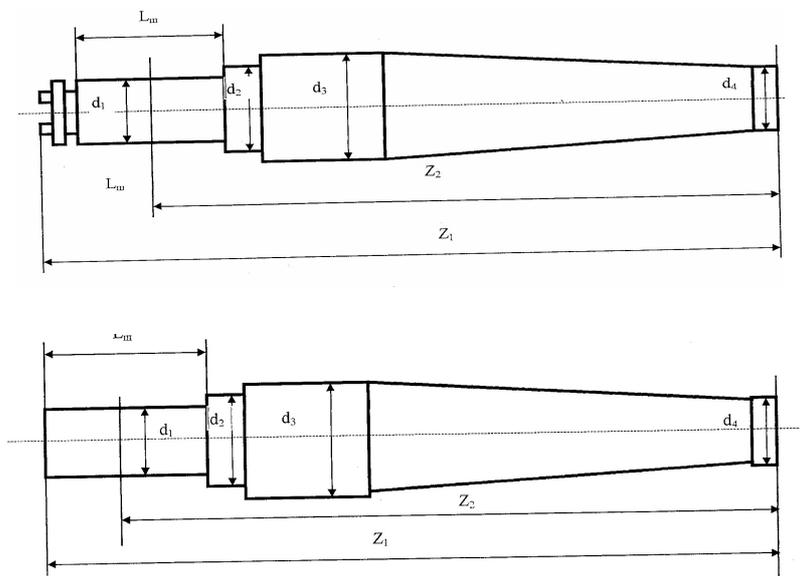


Рисунок 1.2. Оси: РУ1Ш и РУ1.

Таблица 1.2

Основные размеры колесных пар

Наименование оси	Тип оси	d_1	d_2	d_3	d_4	$L_{ш}$	Z_1	Z_2
Для роликовых подшипников диаметром 250 мм на горячей посадке с торцевым креплением гайкой	РУ1	130	165	194	165	176	2294	2036
То же, с торцевым креплением шайбой	РУ1Ш	130	165	194	165	190	2216	2036
Для подшипников диаметром 280 мм на втулочной посадке	РУ	135	165	194	165	248	2390	2036

Колёса

Колеса – это круглые диски, части которого имеют следующие названия (рисунок 1.3).

Поверхность катания выполняется сложной формы со следующими видами профиля катания:

- а) стандартный - для грузовых и пассажирских вагонов;
- б) объединенный - для пассажирских вагонов с $V > 160$ км/ч;
- в) криволинейный - для вагонов промышленного транспорта.

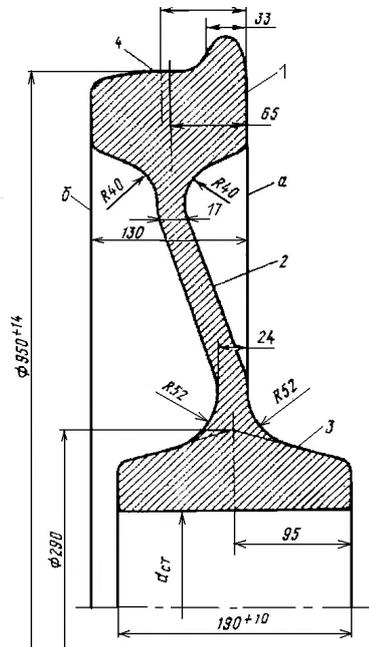


Рисунок 1.3. Профиль колеса.

1 – обод; 2 – диск; 3 – ступица; 4- поверхность катания.

Стандартный профиль катания показан на рисунке 1.4.

Объединенный профиль в отличие от стандартного имеет три конусных поверхности – 1:3,5; 1:10; 1:50.

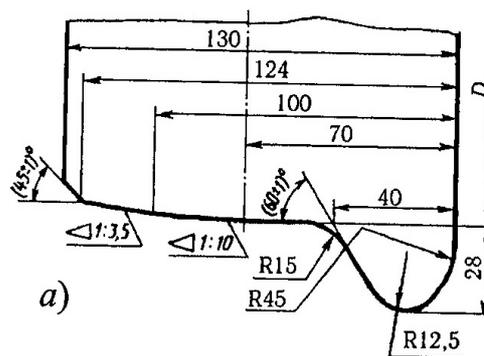


Рисунок 1.4. Стандартный профиль поверхности катания

Колеса бывают:

- а) по конструкции – цельные или составные (бандажные);
- б) по технологии изготовления – литые или цельнокатаные.

В настоящее время для вагонного парка используют цельнокатаные колеса.

При формировании колесных пар из новых элементов, а также при ремонте со сменой колес, на торце оси наносят знаки и клейма, относящиеся к изготовлению оси (год, номер оси, завод и т.д.), формированию колесной пары и опробованию на сдвиг. На колесах на наружной грани обода в горячем состоянии наносят клейма (дата изготовления, завод, номер колеса и т.д.)

1.2. Требования ПТЭ к основным геометрическим размерам колёсной пары

От точности геометрических размеров колесной пары, как сборочной единицы, так и параметров оси и колес зависит безопасность движения и ходовые качества вагона.

Отметим некоторые основные геометрические размеры колесной пары.

1. Расстояние между внутренними гранями колес должно быть 1440 мм с верхним $+3$ и нижним -3 отклонениями для грузовых вагонов и с нижним -1 отклонением для пассажирских вагонов. Контролируется шаблоном (рисунок 1.9).

2. Толщина гребня. Для колесных пар вагонов этот размер измеряется на расстоянии 18 мм от вершины гребня оси (рисунок 1.7).

3. Толщину обода колеса измеряют толщиномером (рисунок 1.5).

4. Разность консолей колесной пары не должна превышать 3 мм.

Консоль – расстояние от торца шейки оси до внутренней боковой поверхности обода колеса.

5. Разность диаметров по кругу катания (950^{+14}) не более 1 мм для колес, укрепленных на одной оси, как новых, так и после ремонта.

6. Дисбаланс в плоскости каждого колеса относительно оси, проходящей через центры кругов катания колес должен быть не более 6 Н·м для вагонов эксплуатируемых со скоростью от 140 до 160 км/ч.

Дисбаланс – это неуравновешенность колес. Для ее снижения колесные пары подвергаются динамической балансировке (существует также статическая балансировка) на специальных балансировочных машинах.

В процессе эксплуатации колесных пар в них образуются различные виды износа, природа образования которых может быть различная (конструкторская, технологическая, эксплуатационная, случайная и др.).

Рассмотрим основные виды дефектов и способы их обнаружения. Согласно ПТЭ не допускается выпускать в эксплуатацию колесные пары, имеющие следующие виды износов и повреждения,

нарушающие нормальное взаимодействие пути и подвижного состава:

1. Нарушение размера 1440 мм между внутренними гранями колес из-за сдвига колес относительно оси.

Обнаруживается внешним осмотром при наличии кольцевой трещины краски, неокрашенной полосы. Окончательно убеждаются после измерения (см. рисунок 1.9).

2. Трещины в любой части оси, обода, диске и ступице. Признаками наличия трещин являются: валик из пыли, влаги и смазки, иней и бугорок краски над ней.
3. Остроконечный накат на гребне колесной пары. Обнаруживается визуально.
4. Прокат по кругу катания:

а) $V < 120$ км/ч не более 7 мм – пассажирские вагоны дальнего следования,

не более 8 мм – пассажирские вагоны местного и пригородного следования,

не более 9 мм – рефрижераторные и грузовые вагоны;

б) $120 < V < 140$ км/ч не более 5 мм – пассажирские вагоны.

Обнаруживается визуально с последующим измерением абсолютным шаблоном (рисунок 1.6).

5. Толщина гребня измеряется абсолютным шаблоном (рисунок 1.7) и должна составлять:

а) $V < 120$ км/ч не более 33 мм, не менее 25 мм;

б) $120 < V < 140$ км/ч не более 33 мм, не менее 28 мм.

6. Вертикальный подрез гребня высотой более 18 мм. Обнаруживается визуально с последующим измерением специальным шаблоном (рисунок 1.8).

7. Ползун (выбоина) более 1 мм. Возникает из-за заклинивания тормозных колодок. Обнаруживается по наличию ритмичного стука колес на ходу. Измеряется абсолютным шаблоном по разнице глубины проката в середине ползуна и рядом с ним.

Если:

а) $1 \text{ мм} < \text{ползун} < 2 \text{ мм}$ допускается довести такой вагон до ближайшего пункта технического обслуживания:

пассажирский со скоростью $V=100$ км/ч;

грузовой со скоростью $V=70$ км/ч;

б) $2 \text{ мм} < \text{ползун} < 6 \text{ мм}$ допускается довести такой вагон со скоростью $V=15$ км/ч до ближайшей станции для замены колесной пары;

в) $6 \text{ мм} < \text{ползун} < 12 \text{ мм}$ допускается довести такой вагон со

скоростью $V=10$ км/ч до ближайшей станции для замены колесной пары;

г) ползун > 12 мм допускается довести такой вагон со скоростью $V=10$ км/ч при условии вывешивания колесной пары или исключения возможности ее вращения.

1.3. Измерения оси

Важнейшими измерениями оси колёсной пары являются:

а) измерение диаметров шеек, подступичных и средней части оси, а также длины шеек;

б) измерение радиусов галтелей шеек и предподступичных частей оси.

Кроме того, существенны измерения толщины буртов, овальности, конусности и волнистости шеек.

Измерения диаметра и длины шеек, диаметров подступичных и средней частей оси необходимы для установления соответствия размеров оси колёсной пары грузоподъёмности вагона в целях предотвращения изломов оси и установления типа оси.

Диаметр подступичной части, и диаметр средней части оси измеряется при помощи микрометрической скобы и линейки. В длину шейки входят и галтели.

По результатам измерений устанавливается грузоподъёмность вагона, которой соответствует измеряемая колёсная пара (предельно допустимые в эксплуатации размеры осей приведены в «Инструкции по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колёсных пар»).

Измерение радиусов галтелей необходимы для контроля за наиболее напряжёнными местами оси (концентрация напряжений в связи с изменением формы оси; максимум расчётных напряжений в шейке у её задней галтели; максимум расчётных напряжений в предподступичной части в месте её перехода в подступичную часть).

У осей колёсных пар, предназначенных для роликовых подшипников, радиусы галтелей должны соответствовать чертежу.

1.4. Измерения обода колеса

Важнейшими измерениями обода колеса являются:

а) измерение толщины обода колеса;

б) измерение проката на поверхности катания;

в) измерение толщины и подреза гребня.

Кроме того, существенны измерения выбоин (ползунов), раковин и выщербин на поверхности катания колеса, ширины обода колеса.

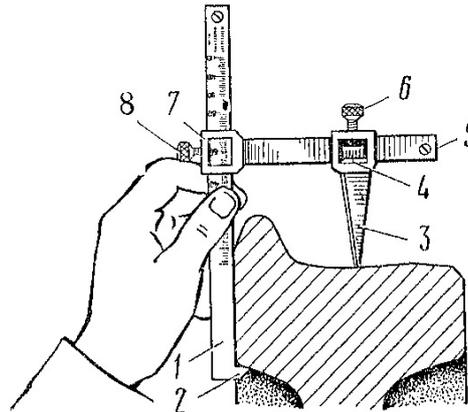


Рисунок 1.5. Толщиномер для измерения толщины обода колеса.
1 – линейка (стойка); 2 – выступ; 3 – движок; 4 – риска; 5 – линейка; 6 – винт; 7 – движок; 8 – винт.

Измерение толщины обода колеса необходимо для контроля за прочностью последнего. Тонкий обод испытывает большие напряжения при эксплуатации колёсной пары.

Для измерения толщины обода колеса пользуются толщиномером (рисунок 1.5).

Толщина обода колеса определяется по кругу катания, для чего измерительная ножка толщиномера устанавливается на расстоянии 70 мм от его стойки. При измерениях необходимо следить, чтобы основание толщиномера заходило за нижнюю кромку обода колеса, а стойка располагалась радиально и прижималась к внутренней торцевой грани обода. Цифры на стойке, совпадающие с указательной чертой, показывают размер толщины измеряемого обода.

Измерение производится в 3-4 точках на каждом колесе. Результаты измерений сверяются с допускаемыми в эксплуатации размерами.

Измерение проката необходимо для обеспечения безопасности движения и минимального сопротивления движению колесной пары. При значительном прокате вершина гребня колеса, опускаясь, приближается к подошве рельса и, тем самым может разрушить муфты болтового крепления рамного рельса и контррельса на стрелочных переводах, болты крепления стыковых накладок и другие детали верхнего строения пути.

При мягком металле колеса у наружного края поверхности катания может образоваться значительный наплыв металла, приводящий к отжатию рамного рельса и сходу колёсной пары в

конце острия стрелочного перевода. Прокат, придавая ободу колеса форму желоба, тем самым увеличивает сопротивление движению колёсной пары. Величину проката измеряют абсолютным шаблоном (рисунок 1.6).

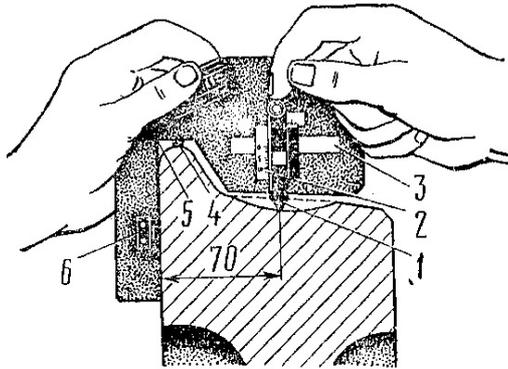


Рисунок 1.6. Измерение проката

- 1 – вертикальный движок;
- 2 – шкала;
- 3 – прорезь; 4 – выступ;
- 5 – вертикальная грань;
- 6 – опорная скоба.

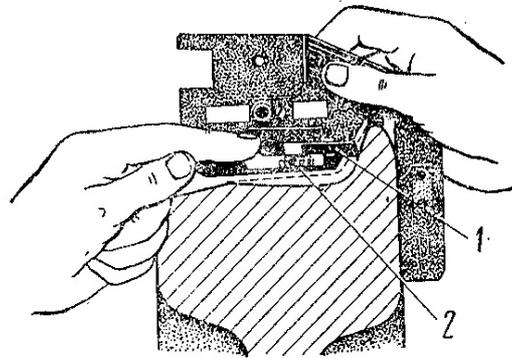


Рисунок 1.7. Измерение гребня

- 1 – горизонтальный движок;
- 2 – рамка

Для правильного измерения проката необходимо:

а) установить измерительный движок по кругу катания (совместить риски движка и рамки шаблона), а при наибольшем износе круга катания или ползуне сместить движок по вырезу в рамке шаблона в нужное место;

б) установить на колесе шаблон так, чтобы стойка последнего располагалась по радиусу колеса и плотно прижималась внутренней торцевой грани обода колеса, а сам шаблон касался гребня.

Сохраняя указанное положение шаблона, движок спускается до соприкосновения с поверхностью катания колеса, и по шкале салазок движка определяется величина проката.

Произвести измерения в 3-4 точках на каждом колесе. Результаты измерений сверяются с допускаемыми величинами.

Измерения толщины и подреза гребня необходимы для обеспечения безопасности движения. Превышение толщины гребня сверх установленных размеров может вызвать ослабления частей стрелочного перевода на шпалах, преждевременный их износ, износ гребня, а в ряде случаев – сход вагона с рельсов. Слишком тонкий (подрезанный) гребень при входе колеса на стрелку может накатиться

на остряк пера, вызвав сход вагона с рельсов. Кроме того, в тонком гребне могут возникнуть трещины и отколы.

Толщину гребня измеряют абсолютным шаблоном (рисунок 1.7), пользуясь вторым движком, определяющим толщину гребня на высоте 18 мм от его вершины. При этом абсолютный шаблон устанавливается на колесе так же, как и при измерении проката.

Толщину гребня измеряют в 3-4 точках на каждом колесе. Результаты измерений сверяются с допускаемыми размерами.

Опасными для движения также являются **вертикальный подрез и остроконечный накат гребня**, поскольку при этом может произойти накатывание колеса на остряк пера или врез стрелки, сопровождаемый сходом вагона с рельсов.

Подрез гребня измеряется при помощи шаблона (рисунок 1.8). Шаблон устанавливается так, чтобы его стойка прижималась к внутренней торцевой грани обода колеса.

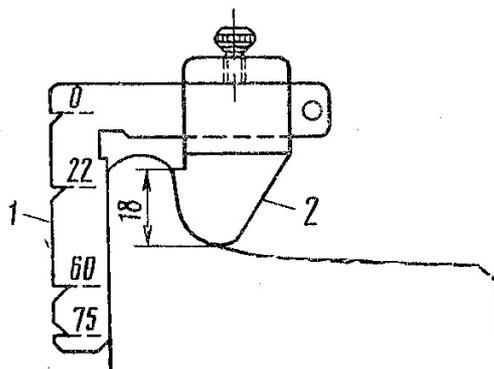


Рисунок 1.8. Шаблон для измерения вертикального подреза гребня цельнокатаных колёс и бандажей: 1 – вертикальная ножка; 2 – гребень.

Гребень считается дефектным, если вертикальная грань движка соприкасается (хотя бы только в верхней части) с поверхностью гребня и подрез по высоте превышает 18 мм.

Колёсная пара, имеющая подрез гребня с остроконечным накатом, не может быть допущена в эксплуатацию.

Подрез гребня измеряют в 3-4 точках на каждом колесе и устанавливают пригодность для эксплуатации измеряемой колёсной пары.

1.5. Проверка правильности формирования колёсной пары

Для проверки правильности формирования колёсной пары производятся следующие измерения:

- а) измеряется расстояние между внутренними гранями ободов колёс;
- б) измеряются расстояния между серединами шеек и кругами катания или между торцами оси и внутренними гранями колёс, насаженных на одну ось;
- в) измеряются диаметры колёс, насаженных на одну ось.

Измерение расстояния между внутренними гранями ободьев колёс необходимо для предупреждения схода колёсной пары с рельсов и кривой (при малом расстоянии между колёсами) или для предупреждения расстройств стрелочных переводов, подреза гребня и схода вагона на стрелках (при большом расстоянии между колёсами).

Измерение расстояния между внутренними гранями ободьев колёс производится специальным штангенциркулем (рисунок 1.9).

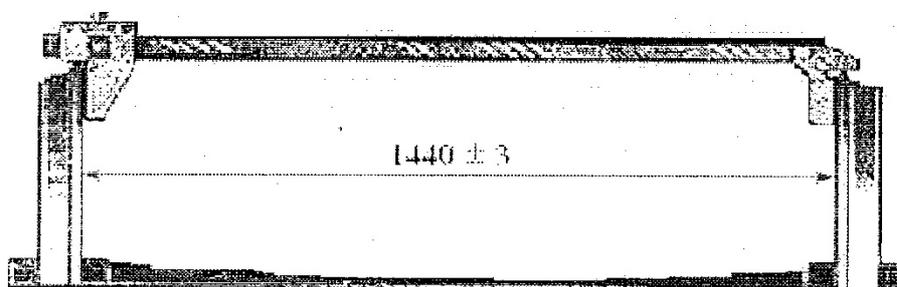


Рисунок 1.9. Штангенциркуль

При измерениях скобы штангенциркуля должны плотно прижиматься к внутренним граням ободьев колёс, а сам прибор располагается по кратчайшему расстоянию между колёсами.

На каждой колёсной паре измерения производятся в четырёх диаметрально противоположных точках. Колёсная пара считается годной для эксплуатации, если разница в измерениях и измеренное расстояние соответствует допустимым.

Измерение расстояний между торцами оси и внутренними гранями ободов колёс необходимо для предупреждения интенсивного износа гребней колёс, галтелей шейки, подшипников, корпусов букс и буксовых направляющих, а так же для предупреждения ударов гребня в детали стрелочных переводов. Такие удары могут вызвать преждевременный износ верхнего строения пути, выбоины и отколы колеса, и сход вагонов с рельсов.

Измерение расстояния между торцами оси и внутренними гранями ободов колёс производится, как показано на рисунке 1.10.

У правильно сформированной колёсной пары разность расстояний, измеренных на двух концах колёсной пары, не должна превышать допустимых значений.

Измерение диаметров колёс, насаженных на одну ось, необходимо для обеспечения правильного расположения колёсной пары в колее, поскольку при различных диаметрах колёс увеличиваются скольжения колёс по рельсам и перекосы колёсной пары во время её движения. В результате этого появляются:

- неравномерный прокат поверхности катания;
- подрез гребня;
- износы других деталей ходовых частей (корпусов букс, буксовых направляющих и др.);
- дополнительное скручивание оси.

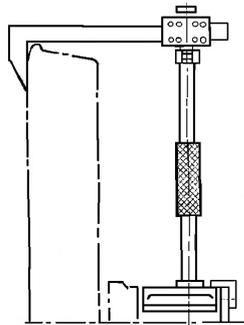


Рисунок 1.10. Измерение расстояния между торцами оси и внутренними гранями ободов колёс

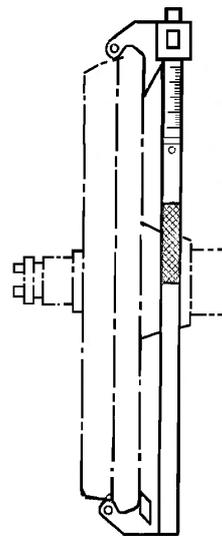


Рисунок 1.11. Измерение диаметра колеса

Диаметр колеса измеряется по кругу катания штангенциркулем (рисунок 1.11), который должен плотно прижиматься к внутренней грани обода колеса.

Этим же штангенциркулем измеряется овальность колеса. Овальность колеса ухудшает плавность хода вагона и увеличивает динамическое воздействие на вагон и путь.

На каждом колесе измеряется диаметр в 4-5 местах. Результаты измерений сверяются с допускаемыми величинами.

Измерение диаметров колёс необходимо также для **правильного подбора колёсных пар**, расположенных в одной тележке, а также в двух тележках одного вагона. Превышение допустимой разности диаметров приводит к существенным

перегрузкам и разгрузкам колёсных пар и других частей вагона, что влияет на их прочность и устойчивость вагона от схода с рельсов.

1.6. Порядок проведения работы

- Студенты на указанных преподавателем колесных парах выявляют визуальным осмотром количество основных дефектов, заполняя отчет о лабораторной работе.
- Производится измерение выявленных дефектов и размеров колесных пар, указанных в таблице. Результаты замеров сравниваются с допустимыми значениями по ПТЭ и делается вывод о допуске колесной пары к эксплуатации.
- Ответить на контрольные вопросы:
 - 1) Из каких элементов состоит колёсная пара?
 - 2) Назовите типы вагонных колёсных пар, применяемых на отечественных железных дорогах и их основные размеры.
 - 3) Назовите три вида конструкции осей колёсных пар. По каким признакам они различаются?
 - 4) По каким признакам различаются колёса?
 - 5) Назовите основные элементы колеса.

1.7. Оформление и сдача отчета по лабораторной работе

Отчет о проделанной работе оформляется на одном листе формата А4 (см. ниже).

Кафедра
«Вагоны»

ОТЧЁТ по лабораторной работе №1

1. Указать выявленные дефекты колёсной пары.
2. Заполнить таблицу.

Номер колёсной пары:		
Дефекты, измеряемые параметры	Замеренные значения	Допустимые значения
<i>Дефекты:</i>		
1. Трещина		
2. Остроконечный накат гребня		

3. Прокат		
4. Вертикальный подрез		
5. Ползун		
<i>Измеряемые параметры колёсной пары:</i>		
1. Расстояние между внутренними гранями колёс		
2. Толщины гребня		
Вывод:		

Дата _____ Ф.И.О. студента _____ группа _____
Дата _____ Преподаватель _____

Лабораторная работа № 2

Тема: «Изучение устройства и принципа работы различных типов буксовых узлов»

Цель работы: Ознакомиться с конструкцией буксовых узлов грузовых и пассажирских вагонов.

2.1. Краткая история развития конструкций буксовых узлов вагонов

Для создания конструкции буксового узла, принятой в настоящее время в качестве типовой, эксплуатационным испытаниям подвергались различные варианты буксовых узлов.

В 1951 году были созданы и испытывались на пассажирских вагонах три варианта буксовых узлов: с установкой двух цилиндрических подшипников на шейке оси; двух сферических; одного цилиндрического и одного сферического на втулочной посадке с габаритными размерами 130×280×93 мм. Эти варианты буксовых узлов после незначительного пробега были изъяты из эксплуатации в основном из-за разрушения клёпаных сепараторов у цилиндрических подшипников.

Отличительной чертой первых партий грузовых вагонов, оборудованных роликовыми подшипниками, является опирание тележек

вагонов на буксы через прокладки со сферической поверхностью.

Следующим этапом был переход к подшипникам большего габарита 130×300×102 мм. На таких подшипниках в 1952-53 годах выпускались цельнометаллические пассажирские и грузовые вагоны с буксами, имеющими один цилиндрический или два сферических подшипника.

Масса буксового узла с шейкой и предподступичной частью составляла у пассажирских вагонов 300 кг, у грузовых 215 кг.

В эксплуатации такие буксовые узлы вследствие больших габаритов показали следующие конструктивные и технологические недостатки: большое сопротивление движению, тяжёлые условия работы шейки оси из-за большой необрессоренной массы, увеличение тары вагона, а также усложнение монтажных и демонтажных работ.

В буксах, выпущенных в 1954 году, по сравнению с предыдущей конструкцией подшипники и корпус имеют меньшие размеры. Применение подшипников меньшего размера (135×280×93 мм) позволило снизить массу одного буксового узла пассажирского вагона на 80 кг. Здесь применены цилиндрические подшипники ЦКБ-550 (72727) и сферические подшипники ЦКБ-545 (73727) на втулочной посадке. Некоторое количество грузовых и пассажирских вагонов было оборудовано следующими буксовыми узлами: с одним сферическим подшипником ЦКБ 533 диаметром 320 мм (грузовые вагоны) или одним сферическим подшипником ЦКБ 551 диаметром 300 мм (пассажирские вагоны) на втулочных посадках, с двумя цилиндрическими подшипниками ЦКБ 561 и ЦКБ 562 диаметром 280 мм на горячей посадке для оснащения грузовых и пассажирских вагонов (эти буксы явились прототипом малогабаритных букс, принятых в дальнейшем к серийному производству); с двумя сферическими подшипниками ЦКБ 554 диаметром 300 мм, насаженными при помощи втулки на шейку оси диаметром 145 мм, (грузовые вагоны); с одним сферическим подшипником ЦКБ 1523 размерами 130×280×93 мм.

Буксовый узел с одним сферическим подшипником не мог быть принят для внедрения из-за повышенного влияния вагона для скоростей движения более 75 км/ч.

В 1963 г. на основании результатов эксплуатационных и стендовых испытаний выбрана новая конструкция буксового узла для пассажирских и грузовых вагонов серийного производства. В этой конструкции установлено два цилиндрических подшипника ЦКБ 1521 (42726Л) и ЦКБ 15222 (232726 Л1) размерами 130×250×80 мм на горячей посадке.

ВНИИ вагоностроения разработал также конструкцию нового буксового узла с двумя цилиндрическими подшипниками. Буксовый

узел с подшипником диаметром наружного кольца 230 мм, обладая необходимой долговечностью при работе как на пассажирских, так и грузовых вагонах, имеет ряд преимуществ по сравнению с типовыми буксовыми узлами: меньшие габаритные размеры и массу, малый коэффициент трения, невысокую стоимость. Колёсные пары, оборудованные такими буксовыми узлами, взаимозаменяемы с колёсными парами, имеющими буксы серийного производства. По сравнению с цилиндрическими подшипниками диаметром 250 мм масса подшипника диаметром 230 мм уменьшилась на 21,5 %, а долговечность снизилась лишь на 3,5 %.

Скоростные поезда «Аврора» оборудованы опытными буксами с двумя цилиндрическими подшипниками ЗН32726Л и радиальным шариковым подшипником ЗН228Л, воспринимающим осевые нагрузки.

В результате проводимых испытаний было установлено, что цилиндрические подшипники весьма стойки против повреждений усталостного характера. Наряду с этим они обладали двумя недостатками: из-за ударных нагрузок происходили массовые ослабления и обрывы заклёпок сепараторов; наблюдалось увеличение диаметра внутренних колец, приводящее к ослаблению их посадок.

Что касается сферических роликовых подшипников, то опыт эксплуатации их в тот период оказался неудовлетворительным. Прежде всего, долговечность таких подшипников в 8-10 раз меньше предусмотренной нормами, а коэффициент трения в 4-5 раз больше, чем у цилиндрических. В их сепараторах происходили износы окон, трещины и изломы перемычек. Несмотря на ряд преимуществ цилиндрических подшипников, ввод их в эксплуатацию задерживался до тех пор, пока не был создан надёжный сепаратор и решён вопрос о стабильности размеров внутренних колец. Лишь с разработкой конструкции массивного беззаклепочного сепаратора, обладающего высокой прочностью, улучшением технологического процесса термообработки колец, создалась перспектива широкого применения цилиндрических подшипников.

В 1958 году выпущена новая партия грузовых и цельнометаллических пассажирских вагонов на усовершенствованных подшипниках меньшего размера с наружным диаметром 250 мм.

Переход на эти подшипники позволил снизить по сравнению с подшипниками с наружным диаметром 280 мм массу буксового узла пассажирских вагонов на 23 %, а на грузовых – на 26 % и уменьшить диаметр шейки оси с 135 мм до 130 мм.

Наилучшие эксплуатационные результаты показали цилиндрические подшипники в габаритах 130×250×80 мм на горячей посадке с массивным

беззаклёпочным сепаратором, которые и были рекомендованы в 1960 для массового оборудования грузовых и пассажирских вагонов.

В 1972 году был предложен новый буксовый узел, разработанный в ЦНИИ МПС для тележек грузовых и пассажирских вагонов, с использованием типовых для железных дорог цилиндрических роликовых подшипников и обеспечена взаимозаменяемость с существующими буксовыми узлами.

Отличительной особенностью нового буксового узла является наличие упругой прокладки, размещённой между седлом, заменившим корпус буксы, и наружными кольцами цилиндрических роликовых подшипников. Упругая прокладка, устанавливаемая на наружных кольцах подшипников, представляет собой резиновое полукольцо с изменяющейся по длине толщиной. Максимальная толщина прокладки над центральным роликом 20 мм.

Для нормальной работы резины под нагрузкой на прокладке сделаны продольные разгружающие канавки: четыре с внешней стороны и одна с внутренней. Два отогнутых наружу борта прокладки, расположенные по краям, предназначены для восприятия осевых сил и моментов горизонтальных сил.

Под действием радиальных сил, передаваемых от седла наружным кольцам подшипников, упругая прокладка при работе на цилиндрических поверхностях деформации сжатия и сдвига, обеспечивает наиболее рациональное распределение нагрузок между роликами и вдоль их образующих.

Между наружными и внутренними кольцами поставлены упругие (резиновые) дистанционные кольца, обеспечивающие самоустановку роликовых подшипников на изогнутой шейке оси.

На оси роликовые подшипники удерживаются торцевой гайкой с амортизатором.

Упругая прокладка, устанавливаемая на наружных кольцах подшипников, упругие дистанционные кольца и упругая гайка обеспечивают самоустановку наружных колец в оптимальном положении по отношению к внутренним кольцам подшипников, а торцов роликов по нормали к направляющим бортам колец. Такая особенность конструкции буксового узла сводит к минимуму износ торцов роликов.

Недостаток этого узла состоит в том, что при неравномерной затяжке трёх крепительных болтов или ослаблении их в процессе эксплуатации нарушается герметизация узла, вследствие чего происходит интенсивный износ сепараторов подшипников.

В 1972 году Калининский вагоностроительный завод разработал

буксовый узел с применением шарикового подшипника для вагонов, движущихся со скоростью 200 км/ч. В этой буксе, помимо двух цилиндрических подшипников, установлен на торце шейки оси шариковый подшипник, который воспринимает осевые нагрузки. Так, в частности, спроектированы буксы вагонов высокоскоростных поездов РТ200.

В настоящее время для букс пассажирских и грузовых вагонов принят вариант с установкой двух цилиндрических подшипников на горячей посадке с габаритными размерами подшипников 130×250×80 мм.

Характерной особенностью принятого варианта буксового узла является установка подшипников вплотную друг к другу без промежуточных дистанционных колец. Уплотнение буксы состоит из лабиринтов, расположенных в лабиринтном кольце корпуса буксы. Свод корпуса буксы пассажирских вагонов выполнен с переменным сечением, что обеспечивает более рациональное расположение нагрузок между роликами и увеличивает долговечность. У букс грузовых вагонов для обеспечения лучшего распределения нагрузки между роликами и образующей на потолке корпуса буксы введены рёбра жёсткости, расположенные по осям подшипников, а для устранения перегрузки концов роликов и внутренних колец длина опорной поверхности рёбер ограничена размером 110 мм.

Установка подшипников в буксе без дистанционных колец даёт возможность укоротить шейку оси и уменьшить в ней напряжение и вредное влияние её изгиба на перераспределение нагрузки вдоль образующих роликов и колец, а также повысить прочность шейки оси и получить буксовый узел меньшей массы. Торцовое крепление в буксовых узлах осуществлено гайкой.

Эксплуатация в буксах вагонов цилиндрических роликовых подшипников подтвердила правильность выбора этого типа подшипника и показала, что в габаритах 130×250×80 мм по горячей посадке они находятся на уровне современных мировых стандартов, обеспечивая эксплуатацию вагонов во всём диапазоне реализуемых в настоящее время скоростей движения.

2.2. Общие сведения

Буксовый узел тележки грузового вагона показан на рисунке 2.1.

Типовая букса грузового вагона содержит два цилиндрических роликовых подшипника: передний 1 (тип 232726 Л1М) с безбортовым внутренним кольцом и задний 2 (тип 42726 ЛМ) с однобортовым

внутренним кольцом 3. Осевая нагрузка воспринимается передним подшипником через ролики на приставное упорное кольцо 4. Кольцевая поверхность 5 шириной 20 мм на торце оси после ее резьбовой части позволяет осуществлять ультразвуковой контроль шейки без снятия внутренних колец подшипников.

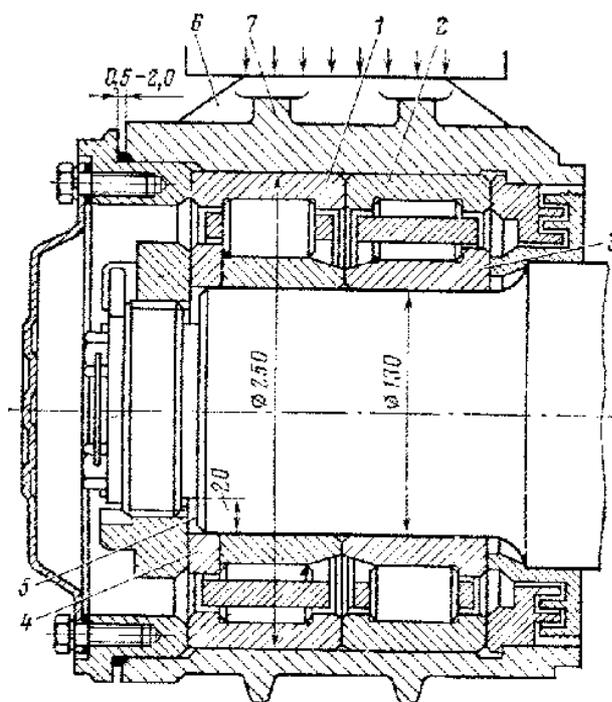


Рисунок 2.1. Буксовый узел грузового вагона.

Для грузовых вагонов с нагрузкой от колесной пары на рельсы 245 кН (тележки типа 18-755) применяются цилиндрические роликовые подшипники с увеличенными размерами (140x260x80 мм) следующих типов: 232728 ЛМ (передний) и 42728 ЛМ (задний).

Посадка внутренних колец подшипников на шейку оси осуществляется горячим способом с помощью индукционных нагревателей, разогревающих кольца до температуры 100...120° С. Оптимальный натяг для новых внутренних колец составляет 40...65 мкм, для колец, бывших в эксплуатации, допускается натяг 30...70 мкм.

Торцовое крепление внутренних колец подшипников осуществляется с помощью торцевой гайки с резьбой М110.

Для защиты внутренней полости буксы от загрязнения и обводнения на предподступичную часть оси насаживается горячим способом при температуре 125...150 °С лабиринтное кольцо. После остывания кольцо приобретает натяг 80...150 мкм. Отъёмная лабиринтная часть корпуса буксы (другим вариантом является

запрессованная в корпус буксы лабиринтная вставка) составляет с лабиринтным кольцом четырехкамерное лабиринтное уплотнение с радиальным зазором до 0,8 мм.

Рациональное распределение нагрузки между роликами подшипников осуществляется применением в корпусе буксы поперечных ребер жесткости 7 и нагружающих продольных ребер 6.

Буксовый узел тележки пассажирского вагона показан на рисунке 2.2.

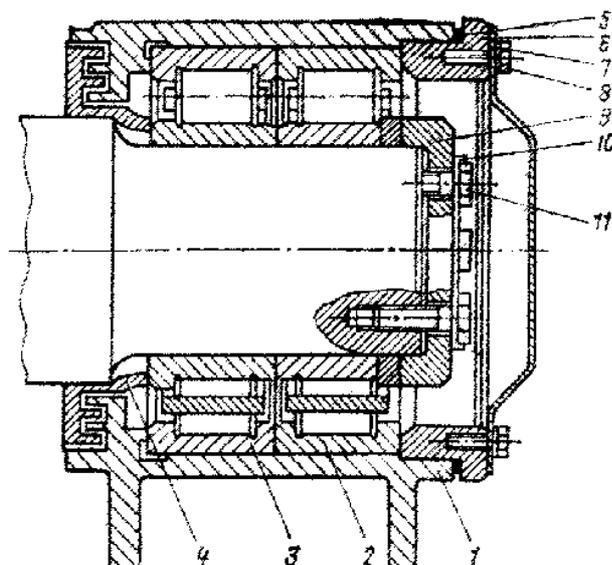


Рисунок 2.2. Буксовый узел тележки пассажирского вагона.

Типовой буксовый узел пассажирского вагона с креплением подшипников шайбой имеет корпус буксы с опорными кронштейнами 1, передний 2 и задний 3 цилиндрические роликовые подшипники на горячей посадке, лабиринтное 4 и уплотнительное 5 кольца, крепительную 6 и смотровую 7 крышки, четыре болта (M12) 8 для крепления крышки 7, торцовую шайбу 9, стопорную шайбу 10, три (M22) или четыре (M20) болта 11 для закрепления шайбы 9 и четыре (по другому варианту восемь) болта M20 для закрепления крышки 6.

Корпус буксы может иметь сплошную или впрессованную лабиринтную часть. Рациональное распределение нагрузки между роликами обеспечивается приданием своду корпуса переменного сечения.

Лабиринтное четырехкамерное уплотнение обеспечивает минимальный радиальный зазор 0,7...0,8 мм и осевой зазор до 2 мм при осевом разбеге подшипников 1,38 мм.

В вагонах старой постройки (грузовых и пассажирских)

применялись буксы с передним цилиндрическим и задним сферическим или двумя сферическими подшипниками на втулочной посадке (на конической закрепительной втулке).

Сферические подшипники хорошо воспринимают осевые нагрузки, что особенно важно для пассажирских вагонов, но они в 6...8 раз менее долговечны, чем цилиндрические роликовые подшипники при равных габаритах, и обладают более высоким коэффициентом трения.

Длительный опыт эксплуатации цилиндрических роликовых подшипников показал, что при выполнении ряда требований они способны надежно воспринимать осевые силы, возникающие при движении вагонов со скоростями до 55 м/с. Эти требования заключаются в следующем:

- разность длин роликов в одном подшипнике и торцевое биение роликов не должны превышать 8 мкм;

- неперпендикулярность торцов бортов к образующей дорожки качения допускается только в сторону "развала" (угол больше 90^0) и не должна превышать 20 мкм на длине ролика;

- придание торцам роликов специальной формы (скос торцов на глубину 15...25 мкм на длине 5...7 мм; скос "бомбиной" на глубину 4...14 мкм с радиусом кривизны 20000 мм).

В вагонах, предназначенных для движения со скоростями до 55 м/с (200 км/ч) и выше, наряду с типовыми буксами, имеющими два цилиндрических роликовых подшипника, испытывались буксы с тремя подшипниками: двумя роликовыми цилиндрическими с безбортовыми внутренними кольцами для восприятия только радиальных нагрузок и шариковым радиально-упорным, предназначенным для восприятия осевых сил.

Существуют два основных типа посадки роликовых подшипников на шейку оси: на конической закрепительной втулке (втулочная посадка) и безвтулочная или так называемая горячая посадка.

Втулочная посадка позволяет расширить поле допусков на монтажные размеры шейки оси (80 мкм против 27 мкм при горячей посадке) и отверстия внутреннего кольца роликового подшипника. Диаметр шейки оси может быть меньше номинального на 0,2 мм (втулка лишь глубже входит между шейкой и подшипником), что позволяет обрабатывать поверхность шейки при возникновении на ней задиров. Втулочная посадка не требует индивидуального подбора подшипников к шейке оси по оптимальному натягу. Для неразъемных подшипников (шариковых, сферических) втулочная посадка наиболее

технологична.

Недостатки втулочной посадки следующие:

- внутреннее кольцо подшипника должно выполняться с той же конусностью, что и у закрепительной втулки; при этом поперечное сечение внутреннего кольца оказывается переменным, поэтому становятся неравномерными по длине прочностные, механические и теплотехнические свойства подшипника;

- наличие промежуточной детали между подшипником и осью вызывает необходимость более тугой посадки, что приводит к повышенным напряжениям в кольце подшипника и шейке оси.

В результате длительных комплексных исследований и испытаний для массового оборудования вагонов грузового и пассажирского парков приняты цилиндрические роликовые подшипники с горячей посадкой внутренних колец на шейку оси. Габаритные размеры подшипников 130 x 250 x 80 мм. Для роликовых подшипников применяется консистентная смазка с противозадирной присадкой ЛЗ-ЦНИИ.

В корпусах пассажирских букс установлены термодатчики, подающие сигнал на пульт проводника вагона при нагревании буксы свыше 93 °С.

Наиболее распространенными дефектами буксовых узлов являются:

1. Раковины и шелушение металла на дорожках качения колец, которые возникают вследствие усталостных явлений в металле или в результате контактных напряжений.

2. Мелкие раковины (язвины), трещины на роликах, которые появляются из-за неправильной термической обработки.

3. Разрывы и трещины в кольцах, отколы бортов колец, возникающие из-за плохого качества металла, нарушений режима термообработки.

4. Износ сепаратора по внутренней центрирующей поверхности и по перемычкам, разрушение сепаратора у оснований перемычек или по телу.

5. Повреждение деталей роликового подшипника электротоком.

6. Износы торцов роликов с образованием заусенцев, поверхностная и точечная коррозия на дорожках качения.

2.3. Порядок выполнения работы

- Привести в отчете схемы буксовых узлов грузовой и пассажирской тележек, а также основные сведения по их конструкции, монтажу и эксплуатации.

- Ответить на вопросы:
 - 1) Какие отличия в буксовых узлах пассажирской и грузовой тележек?
 - 2) Каковы преимущества и недостатки горячей и втулочной посадок внутренних колец подшипников на колесную ось?

Лабораторная работа №3

Тема: «Изучение устройства и принципов работы, анализ конструктивных схем рессорного подвешивания вагонов. Измерение рессорного подвешивания, снятие характеристик упругих элементов и гасителей колебаний»

3.1. Определение упругих свойств и силовых характеристик пружин

Цель работы: Экспериментальное определение жесткости моделей упругих элементов применяемых в рессорном подвешивании вагонов при различных схемах их нагружения и сопоставление полученных результатов с расчётными данными.

3.1.1. Общие сведения

Упругие элементы предназначены для смягчения толчков и ударов, а также гашения колебаний, возникающих в динамических системах.

В качестве упругих элементов обычно применяют винтовые пружины, листовые рессоры, резинометаллические, пневматические и другие устройства. В общем случае все эти элементы называют рессорами. Упругие свойства рессор оценивают коэффициентом жесткости (жёсткостью) или коэффициентом гибкости (гибкостью).

Жёсткость упругого элемента численно равна силе, вызывающей единичный прогиб (деформацию элемента)

$$C = \frac{P}{f}, \quad (3.1)$$

где P – внешняя сила действующая на рессору;
 f - прогиб рессоры.

Для упругих элементов с упругой характеристикой (например, витая цилиндрическая пружина с постоянным шагом) жёсткость вследствие малого внутреннего трения постоянна при нагрузке и разгрузке, $C = \text{const}$. Для элементов с нелинейной характеристикой она

изменяется по мере роста силы P и прогиба f и в общем случае определяется следующей зависимостью

$$C = \frac{dP}{df} = \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.2)$$

Т.е. жёсткость упругого элемента равна тангенсу угла наклона касательной к оси абсцисс, проведённой к каждой конкретной точке его силовой характеристики (рисунок 3.1).

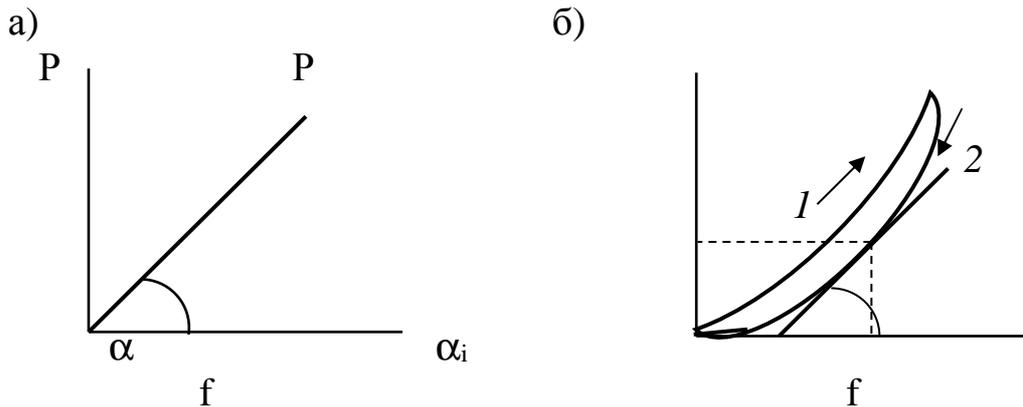


Рисунок 3.1. Примеры силовых характеристик упругих элементов: а – линейная характеристика цилиндрической пружины; б – резинового амортизатора в случае большой деформации; 1 – нагружение; 2 – разгружение.

Гибкость рессоры – величина обратная жёсткости. Она численно равна прогибу, вызванному действием единичной силы в системах рессорного подвешивания упругие элементы могут быть соединены параллельно или последовательно (рисунок 3.2).

$$\lambda = \frac{1}{P} = \frac{1}{C} \quad (3.3)$$

При параллельном соединении сила P равна сумме сил, действующих на каждую рессору (см. рисунок 3.2,а).

$$P = P_1 + P_2 + P_3. \quad (3.4)$$

Общий прогиб рессор f будет равен прогибу каждой рессоры

$$f = f_1 = f_2 = f_3 \quad (3.5)$$

Согласно формуле (3.1) имеем

$$C_1 = \frac{P_1}{f_1}; \quad C_2 = \frac{P_2}{f_2}; \quad C_3 = \frac{P_3}{f_3}. \quad (3.6)$$

Учитывая равенство (3.5) и подставляя значения из выражений (3.6) в (3.4) получим

$$Cf = C_1f_1 + C_2f_2 + C_3f_3. \quad (3.7)$$

Так как все прогибы f_i равны, то, разделив равенство (3.7) на f

получим

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \quad (3.8)$$

Для последовательного соединения упругих элементов (см. рисунок 3.2,б)

$$f = f_1 + f_2 + f_3; \quad (3.9)$$

$$P = P_1 = P_2 = P_3. \quad (3.10)$$

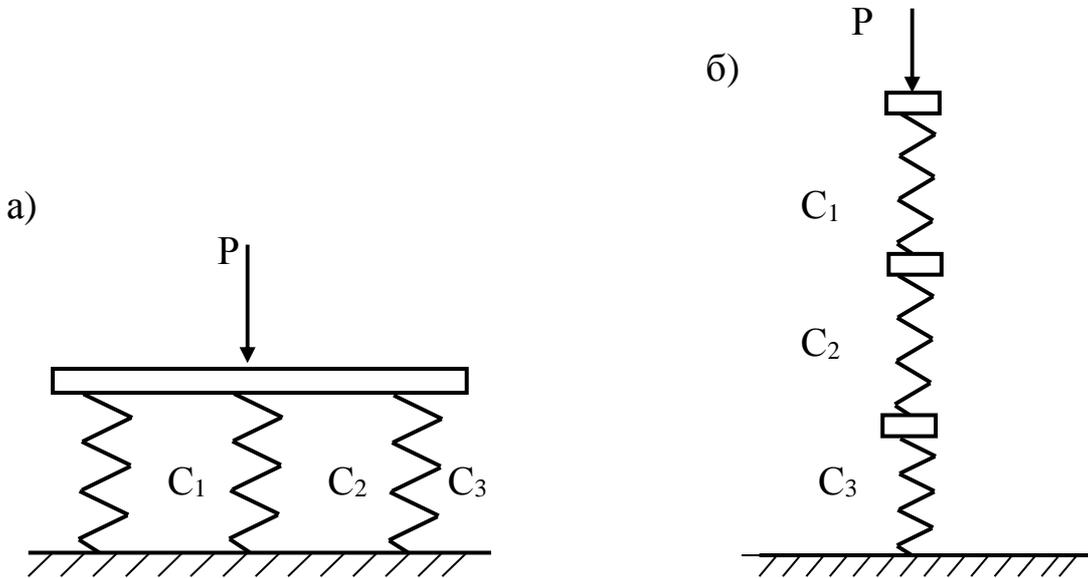


Рисунок 3.2. Схемы установки рессор:

а – параллельное соединение; б – последовательное соединение.

Проведя преобразования, аналогичные случаю параллельного нагружения, получил формулу для общей гибкости

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3. \quad (3.11)$$

Таким образом, при последовательном соединении общая гибкость рессор равна сумме гибкостей рессор.

Общая жесткость определяется из выражения

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

или

$$C = \frac{C_1 C_2 C_3}{C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_2 C_3} \quad (3.12)$$

Подобного вида формулы справедливы для любого числа соединённых рессор.

3.1.2. Порядок выполнения работы

Модели упругих элементов подвергаются нагружению на специальном приборе (рисунок 3.3). Прибор состоит из станины,

гидравлического домкрата с рукояткой с помощью которой производится подача масла и увеличение давления; к станине прикреплены две вертикальные стойки с верхней опорой для испытуемой пружины; нижняя опора опирается на домкрат; для предотвращения от опрокидывания при сжатии пружины предусмотрен центральный мощный стержень.



Рисунок 3.3. Прибор для определения жёсткости упругих элементов.

При испытаниях пружин, усилие развиваемое домкратом, рассчитывается исходя из площади поршня домкрата и давления, определяемого по манометру стенда. Деформацию пружины измеряют линейкой. Данные заносятся в таблицу.

Процесс загрузки и разгрузки упругого элемента повторяют два-три раза, после чего на каждой ступени находят среднее значение жёсткости и прогиба.

По результатам средних значений величин жёсткостей устанавливается точечная зависимость $P=F(f)$. После определения жёсткости упругого элемента её значения сопоставляются с расчётными, которые вычисляются по формулам, приведённым в учебной литературе. Результаты теоретических и экспериментальных данных сопоставляются и находится погрешность расчётного способа в процентах по формуле

$$\eta = \frac{C_p - C_э}{C_э} \times 100\% , \quad (3.13)$$

где C_p - коэффициент жёсткости упругого элемента, полученного расчётом;

C_3 - коэффициент жёсткости, определённый экспериментально.

Типы рессор и схемы (варианты) их загрузки при выполнении работы задаются преподавателем.

3.1.3. Оформление лабораторной работы

Результаты работы оформляются протоколом, в котором необходимо описать цель, содержание работы, вычертить схему прибора для определения жёсткости упругих элементов, эскизы и схемы загрузки элементов. Результаты работы, порядок её проведения и оформления должен соответствовать разделу 3.2.

Оформленный и подписанный отчёт предъявляется преподавателю для проверки и защиты.

Ответить на контрольные вопросы:

- 1) Для чего предназначены упругие элементы?
- 2) Типы упругих элементов?
- 3) Как изменяется жёсткость при последовательном или параллельном соединении упругих элементов?

3.2. Изучение конструкции и оценка работоспособности гидравлических гасителей колебаний

Цель работы: Ознакомление с конструкцией гидравлических гасителей колебаний, принципом работы, методом испытания на стенде.

3.2.1. Принцип работы и устройство гасителей колебаний

Принцип работы гидравлических гасителей колебаний заключается в последовательном перемещении вязкой жидкости поршнем через узкие каналы (дроссельные отверстия). При прохождении жидкости через эти каналы возникает вязкое трение, в результате чего происходит превращение механической энергии колебательного движения вагона в тепловую и последующее её рассеивание.

В тележках пассажирских вагонов применяются две системы расположения гасителей колебаний – совместного и отдельного гашения колебаний, главным образом, кузова вагона.

В системе совместного гашения колебаний вагона с каждой стороны тележки устанавливается наклонно (угол наклона $\alpha_n = 45^\circ \div 55^\circ$) по одному гасителю, которые крепятся своей верхней головкой к

кронштейну продольной балки рамы тележки, а нижней – к кронштейну надрессорной балки. При такой установке демпферы одновременно гасят как вертикальные, так и горизонтальные колебания кузова. Это расположение гасителей принято в тележках КВЗ-5 и КВЗ-ЦНИИ.

При отдельной системе гашения колебаний одни гасители устанавливаются для гашения вертикальных, а другие – горизонтальных колебаний кузова вагона. В этом случае вертикально расположенные гасители колебаний устанавливают так же, как и гасители на тележках КВЗ-5 и КВЗ-ЦНИИ (при $\alpha_n=90^\circ$), а горизонтально расположенные гасители размещаются между надрессорной балкой и поперечной балкой рамы тележки. Такая система расположения гасителей колебаний применена на тележках вагонов РТ 200, на вагонах электропоездов ЭР 200, предназначенных для движения со скоростью 200 км/ч и на тележках вагонов международного сообщения габарита РИЦ.

Применяемые в тележках вагонов вертикальные и наклонные гидравлические гасители колебаний имеют телескопическую поршневую конструкцию. Они удобны в эксплуатации и имеют незначительную массу.

Гасители колебаний конструкции КВЗ-ЛИИЖТ (рисунок 3.5) имеют рабочий цилиндр 12, который одним концом установлен в углублении фланца 13 нижнего клапана 16 и прижат направляющей втулкой 8. Шток 22 с поршнем 19 ввернут в верхнюю головку 27 и закреплён винтом 3. Верхний клапан 21 ввёрнут в углубление поршня и штока и зафиксирован пружинным кольцом 20. Нижний клапан 16 с пружинным кольцом 15 размещён во фланце 13. Этот фланец свободно установлен в углублении нижней головки 14. Фрезерные канавки соединяют с резервуаром 10 нижнюю часть клапана 16. К головке 14 приварен кожух 11. В кожухе находятся все детали гасителя колебаний и, кроме того, этот кожух вместе с рабочим цилиндром 12 образует резервуар 10. Для защиты кожуха 11 и штока 22 от механических повреждений и уменьшения попадания на рабочую поверхность штока пыли и грязи к верхней головке 27 привёрнут защитный кожух 9, закрывающий почти полностью кожух 11 резервуара 10.

Большое влияние на работоспособность гасителя оказывают уплотнения поршня 19, штока 22, а также мест прилегания цилиндра к направляющей втулке 8 и фланцу 13. Для уплотнения поршня служит чугунное кольцо 18. Основным уплотняющим устройством

выхода штока из цилиндра является направляющая втулка 8 и вспомогательные каркасные сальники 25, причём нижний сальник предназначен для снятия жидкости с поверхности штока при выходе его из цилиндра, а верхний – для снятия пыли и грязи при входе штока в цилиндр.

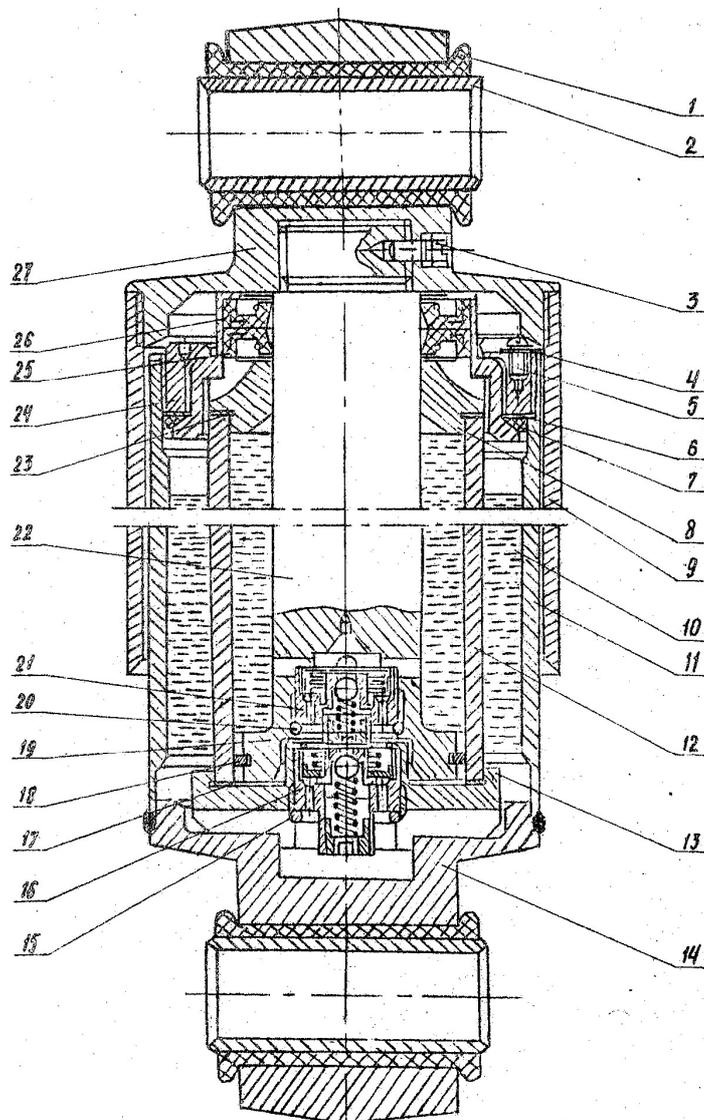


Рисунок 3.5. Гаситель колебаний конструкции КВЗ-ЛИИЖТ.

Каркасные сальники смонтированы в обойме 26. Уплотнение самого цилиндра 12 осуществлено при помощи алюминиевых колец 17 и 23. Внутренние части гасителя (направляющая втулка, цилиндр и фланец нижнего клапана) зафиксированы при помощи натяжного кольца 24, которое ввёрнуто в верхний конец кожуха 11. Кольцо 24 через металлическую шайбу 6 и уплотнительное кольцо 7 нажимает на обойму 26, а через неё на направляющую втулку, цилиндр, фланец и нижнюю головку. Кольцо 24 фиксируют планкой 4, один конец

которой входит в прорезь кожуха 11, а другой шурупом 5 прикреплен к кольцу 24. Для крепления гасителя к надрессорной балке и раме тележки в верхней 27 и нижней 14 головках имеются цилиндрические отверстия с резиновыми 1 и металлическими 2 втулками.

Верхний 21 и нижний 16 клапаны взаимозаменяемы и имеют предохранительные шариковые устройства, предназначенные для ограничения сопротивления гасителя колебаний при чрезмерных скоростях перемещения поршня или при повышении вязкости вследствие низкой температуры наружного воздуха.

При повышении давления жидкости в цилиндре сверх допустимого шариковое устройство (клапан) срабатывает и пропускает часть жидкости помимо дроссельных отверстий.

Производить ремонт гасителя почти в полном объеме можно не только на ремонтных заводах, но и в условиях вагонного депо.

3.2.2. Устройство и принцип работы испытательного стенда

Работоспособность гасителя колебаний и его параметр определяется на специальном стенде, состоящем из механизма, задающего возвратно-поступательное движение поршню гасителя относительно его цилиндра и устройства для регистрации развиваемой гасителем силы сопротивления.

Принципиальная кинематическая схема стенда для испытания гасителей колебаний приведена на рисунке 3.6. Электродвигатель 1 через клиноремennую передачу 2 и маховик 3 вращает вал 4, который через эксцентрик 6 соединен с камнем 7 и ползуном 8.

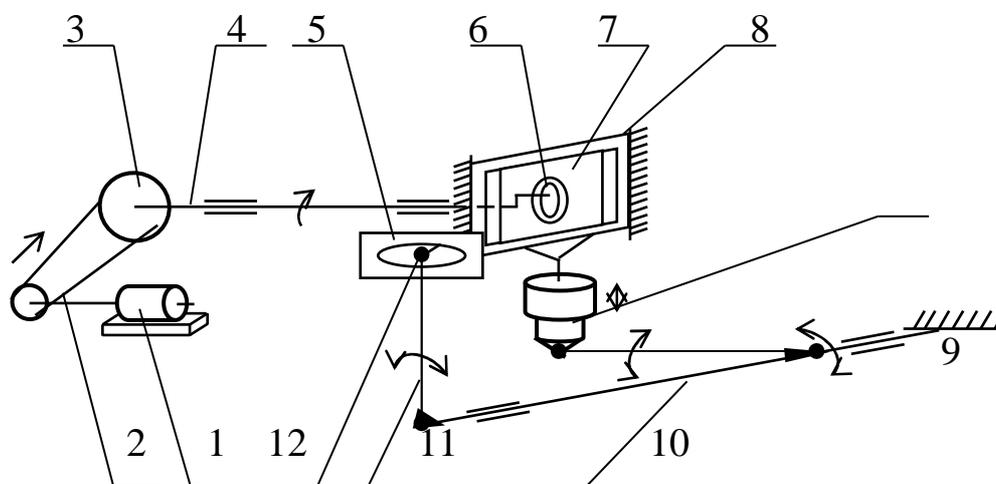


Рисунок 3.6. Кинематическая схема стенда для испытания гасителя колебаний.

Верхняя головка гасителя колебаний 9 прикреплена к ползуну, а нижняя к торсионному валу 10, один конец которого неподвижно укреплен на стенде, а второй жестко соединён со стрелкой 11. На верхнем конце стрелы установлен карандаш 12. При работе стенда в гасителе колебаний возникает сила сопротивления, которая закручивает торсион и отклоняет стрелку на угол, пропорциональный величине силы.

Таким образом, на планшете 5, жестко соединённом с ползунком 8 эксцентрикового устройства стенда, с помощью карандаша 12 записывается в определённом масштабе индикаторная диаграмма зависимости силы сопротивления, возникающей в гасителе колебаний от величины перемещения поршня.

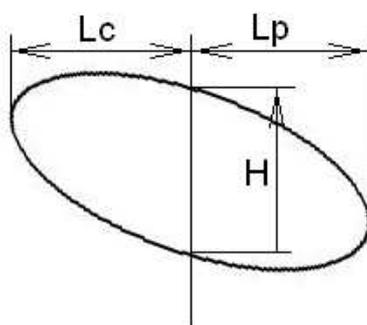


Рисунок 3.7. Рабочая диаграмма гасителя колебаний.

3.2.3. Рабочая диаграмма гасителя колебаний

Гидравлические гасители колебаний, установленные на тележках КВЗ-5 и КВЗ-ЦНИИ, развивают силу сопротивления скорости перемещения поршня относительно цилиндра, т.е.

$$F = \beta V, \quad (3.14)$$

где β – параметр гасителя;

V - скорость перемещения поршня относительно цилиндра гасителя.

В этом случае параметр сил сопротивления прибора определяется по формуле

$$\beta = \frac{W}{\pi z_{\max}^2 \omega}, \quad (3.15)$$

где W - работа, поглощаемая гасителем за один период колебаний;

z_{\max} - амплитуда перемещения поршня гасителя относительно его цилиндра;

ω - круговая частота колебаний.

Параметр β является постоянной величиной для определённого гасителя колебаний (при неизменной температуре масла) и не зависит

от режима колебаний.

Для определения параметра сопротивления на испытательном стенде записывают рабочую диаграмму рисунок 3.7.

На диаграмме по оси абсцисс откладывается в некотором масштабе сила F , развиваемая гасителем: вправо – при растяжении, влево – при сжатии гасителя. По оси ординат откладывается перемещение верхней головки гасителя z^B . Площадь диаграммы в определённом масштабе отражает работу, поглощенную гасителем за один период колебаний. Однако точное измерение площади диаграммы возможно лишь при наличии специального прибора (планиметра). Поэтому обычно параметр β определяют по величине максимальных усилий.

В большинстве случаев гасители имеют симметричную характеристику, т.е.

$$F_c^{max} \approx F_p^{max}$$

Поэтому при определении параметра гасителя принимают среднюю величину

$$F^{max} = \frac{F_c^{max} + F_p^{max}}{2},$$

(3.16)

При испытании на стенде верхней головке гасителя колебаний придаётся возвратно-поступательное движение, которое может быть выражено следующей зависимостью

$$z^B = z_{max}^B \sin \omega t, \quad (3.17)$$

где z_{max}^B – амплитуда возвратно-поступательного движения ползуна стенда.

Движение поршня относительно цилиндра также происходит по зависимости:

$$z = z_{max} \sin \omega t. \quad (3.18)$$

$$F = \beta z_{max} \omega \cos \omega t. \quad (3.19)$$

Максимальное значение силы гаситель развивает в середине хода, когда скорость перемещения его поршня достигает максимальной величины, т.е.

$$F^{max} = \beta z_{max} \omega \quad (3.20)$$

Из последнего выражения находим следующую зависимость для определения параметра гасителя

$$\beta = \frac{F^{max}}{\omega z_{max}} \quad (3.21)$$

Более удобная формула для определения параметра гасителя получается, если в формулу (3.21) в место круговой частоты ω

подставим её значение $\omega=2\pi n$ и заменим величину z_{\max} половиной хода поршня гасителя относительно цилиндра

$$z_{\max} = \frac{H}{2}, \text{ тогда } \beta = \frac{F_{\max}}{\pi n H}, \quad (3.22)$$

где n - частота колебаний, 1/с.

Значение H находим непосредственно из диаграммы (см. рисунок 3.7).

Величину F^{\max} из формулы (3.16) и масштаба записывающего устройства стенда.

Гаситель колебаний считается работоспособным, если его параметр сопротивления отклоняется от установленного стандартом значения не более +35%. Параметры сопротивлений гидравлических гасителей колебаний некоторых типов пассажирских вагонов приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Тип вагона	Конструкция тележки	Скорость движения, км/ч	Параметр сопротивления, Нс/см
Жестко-мягкий	КВ3-5	до 140	1250
РИЦ	"-	"-	900
Вагон-ресторан	"-	"-	1250
Багажный	"-	"-	1250
Открытый жёсткий типа ЦМВО-66	КВ3-ЦНИИ	до 160	1100
Межобластного сообщения	"-	"-	900
Почтово-багажный	"-	"-	1100

3.2.3. Порядок выполнения работы

- Изучить устройство и принцип работы гидравлического гасителя колебаний, используя плакаты, натурные узлы и детали.
- Ознакомится с конструкцией стенда и правилами техники безопасности при работе на стенде.
- Установить на испытательный стенд собранный и заполненный маслом гаситель.
- Прокачать гаситель на стенде в течение 2 мин при выключенном записывающем устройстве для удаления воздуха из рабочего цилиндра и заполнения его малом.
- Произвести запись 2-3 рабочих диаграмм.

- Обработать полученные рабочие диаграммы и определить параметр гасителя колебаний.

Определение параметра гасителя удобно вести с помощью таблицы 3.4.

Таблица 3.4

№ пп	Частота работы станда, Гц	Ход поршня гасителя Н, см	Наибольшее отклонение на диаграмме по оси абсцисс, А, см	Масштаб сил записывающего станда, m_F , Н/см	Среднее значение усилия $F_{max} = \frac{A}{2} m_F$	Параметр гасителя β , Нс/см
1						
2						
...						
n						

3.2.4. Оформление лабораторной работы

Результаты работы оформляются протоколом, который должен содержать кинематическую схему станда, на котором выполнялась работа, рабочие диаграммы, полученные при испытании. Необходимо также сделать заключение о работоспособности проверенного гасителя колебаний.

Ответить на контрольные вопросы:

- 1) Какие схемы расположения гасителей колебаний применяются в тележках пассажирских вагонов? Чем они отличаются?
- 2) Конструкция и принцип действия гасителя колебаний КВЗ-ЛИИЖТ.
- 3) Устройство и принцип работы испытательного станда.

Лабораторная работа №4

Тема: «Изучение устройства и анализ конструктивных схем различных тележек вагонов»

Цель работы: Ознакомление с общим устройством двухосных тележек типа ЦНИИ-ХЗ и КВЗ-ЦНИИ.

4.1. Общие сведения

В вагонах колёсные пары, рессорное подвешивание, балки и другие элементы ходовых частей объединены в самостоятельные

узлы, называемые тележками.

В грузовых вагонах эксплуатируются следующие основные типы тележек: двухосные ЦНИИ-ХЗ, трёхосные УВЗ-9М и четырёхосные.

В настоящее время все четырёхосные вагоны оснащаются тележками типа ЦНИИ-ХЗ (рисунок 4.1). Тележки ЦНИИ-ХЗ состоит из двух боковых рам (боковин), двух колёсных пар с буксами, двух комплектов центрального рессорного подвешивания, надрессорной балки, рычажной тормозной передачи и шкворня. В средней части боковины расположен проём с приливом для размещения рессорного комплекта, а по концам – проёмы для буксовых узлов. Буксовые проёмы в верхней части имеют кольцевые приливы, которыми боковина опирается на буксы, а по бокам – направляющие (челюсти). На верхнем поясе боковины расположены кронштейны для крепления подвесок тормозных башмаков.

Надрессорная балка имеет подпятник с отверстием для шкворня, полку для кронштейна мёртвой точки рычажной передачи тормоза, опоры для скользуна, выемки для размещения фрикционных клиньев, бурты и выступы, ограничивающие смещение пружин рессорного комплекта. Посередине, внутри надрессорной балки под подпятником, имеются рёбра жёсткости и поддон, служащий опорой для шкворня. Через центр пятника и подпятника проходит металлический шкворень. Подпятник тележки является опорой пятника рамы вагона, а скользуны поддерживают кузов при действии боковых сил.

Рессорный комплект тележки состоит из пяти, шести или семи двухрядных цилиндрических пружин и двух клиньев фрикционного гасителя колебаний. Количество пружин зависит от грузоподъёмности вагона.

База тележки – 1850 мм.

Восьмиосные вагоны оснащены четырёхосными тележками, состоящими из двух тележек ЦНИИ-ХЗ соединённых между собой при помощи соединительной балки.

В пассажирских вагонах эксплуатируются следующие основные типы тележек: ЦМВ, КВЗ-5, КВЗ-ЦНИИ (рисунок 4.2), и ТСК-1. Все типы тележек двухосные. Тележки типа ЦМВ, КВЗ-5, КВЗ-ЦНИИ предназначены для пассажирских вагонов, обращающихся со скоростью движения до 45 м/сек. Тележка КВЗ-ЦНИИ является типовой и предназначена для цельнометаллических пассажирских вагонов.

Тележка состоит из двух колёсных пар с боксами, рамы, надрессорной балки, рычажной тормозной передачи, двух комплектов

центрального рессорного подвешивания, двух комплектов буксового рессорного подвешивания, гидравлических гасителей колебания и двух поводков.

Рама тележки КВЗ-ЦНИИ состоит из двух боковин (продольных) балок, двух средних поперечных балок, четырёх средних продольных балок и четырёх коротких концевых балок. Средние продольные и концевые балки предназначены для подвешивания рычажной тормозной передачи. К боковым балкам приварены планки для крепления шпинтонов, кронштейны для установки гасителей колебаний и скользуны для ограничения перемещения надрессорной балки поперек вагона. К средним поперечным балкам рамы приварены скользуны, ограничивающие перемещения надрессорной балки вдоль вагона.

Концы надрессорной балки пропущены под боковые балки рамы тележки и специальными гнёздами опираются на пружины центрального рессорного подвешивания.

На концах балки имеются кронштейны для крепления гасителей колебаний. В верхней части в середине балки расположен подпятник, а по бортам – коробки для скользунов. Надрессорная балка соединена с рамой тележки двумя поводками.

Центральное подвешивание выполнено люлечным, пружинным, с гидравлическим гасителем колебаний. Люлька состоит из литых поддонов, шарнирно соединённых с серьгами, которые аналогично связаны с тягами-подвесками. Подвески посредством валиков и подшипников опираются одним концом на боковые балки рамы тележки, а другим – удерживают поддон люльки. Форма валиков и пружин подвесок позволяет люльке качаться не только поперёк, но и вдоль. На каждом поддоне установлены по две трехрядные пружины.

Гидравлические гасители колебаний шарнирно укреплены с обеих сторон тележки между надрессорной и боковыми балками. Кузов тележки опирается не на подпятник, а на боковые скользуны надрессорной балки. При передачи нагрузки через боковые опоры силы трения, возникающие между скользунами рамы кузова и надрессорной балки, способствуют гашению извилистого движения тележек, которое является основной причиной боковых колебаний вагона. Наряду с положительным влиянием на плавность хода, опора кузова на скользуны позволяет облегчить шкворневые балки рамы кузова и надрессорные балки тележек. Буксовое подвешивание состоит из пружин, опирающихся на кронштейны буксы и поддерживающих раму тележки, и фрикционных гасителей

колебаний. К боковым балкам рамы прикреплены шпинтоны, ограничивающие перемещение букс в горизонтальной плоскости, а следовательно, не позволяющие колёсным парам разъединиться с рамой тележки при сходе вагона с рельсов.

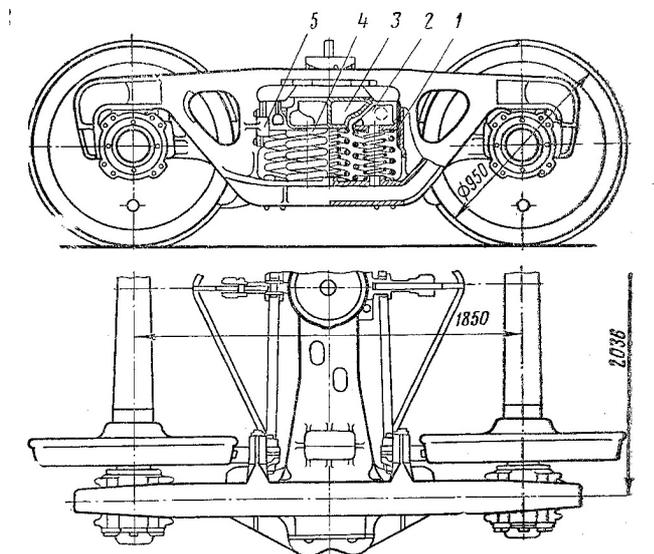


Рисунок 4.1 Тележка ЦНИИ-ХЗ: 1 - фрикционная планка; 2 - клин гасителя колебаний; 3 - наддресорная балка; 4 - пружины; 5 - буртики, ограничивающие перемещение наддресорной балки.

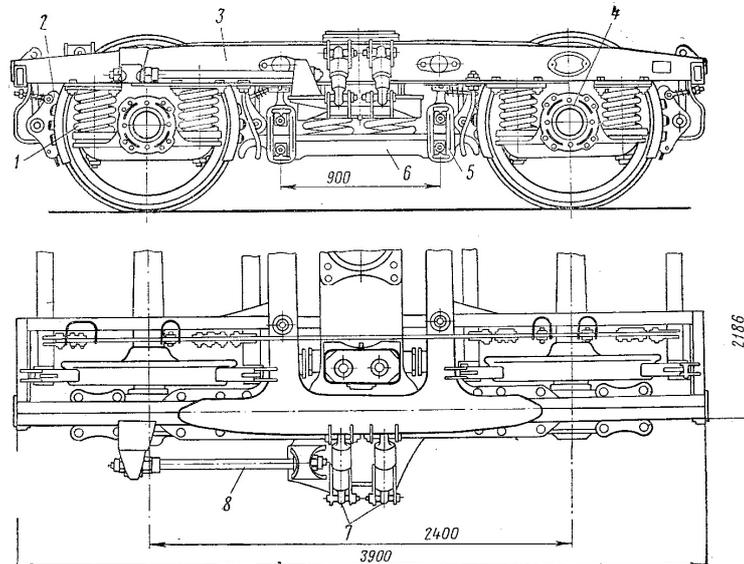


Рисунок 4.2. Тележка KV3-ЦНИИ типа 2 пассажирских цельнометаллических вагонов:

- 1 - надбуксовая пружина; 2 - тормозное устройство; 3 - рама тележки; 4 - буксовый узел; 5 - люлечная подвеска; 6 - люлечная балка; 7 - гидравлические гасители колебаний; 8 - поводок

Для соединения подпятника тележки и пятника рамы кузова

предусмотрен замковый шкворень. База тележки – 2400 мм.

Первые цельнометаллические пассажирские вагоны оборудовались тележками типа ЦМВ. В 60-х годах вагоностроительные заводы выпускали пассажирские вагоны на тележке КВЗ-5. Тележка типа ТСК-1 предназначена для пассажирских вагонов со скоростью передвижения до 50 м/с (200 км/ч).

4.2. Порядок выполнения работы

- По методическим пособиям и на моделях тележек студенты самостоятельно изучают устройство тележек ЦНИИ-ХЗ и КВЗ-ЦНИИ;
- Выполнить эскизы тележек ЦНИИ-ХЗ и КВЗ-ЦНИИ. Дать спецификацию элементов каждой из тележек.

4.3. Условные обозначения, принятые в лабораторной работе

Для того, чтобы выполнить эскизы тележек ЦНИИ-ХЗ и КВЗ-ЦНИИ, рекомендуется использовать условные обозначения элементов тележек, приведены в табл. 4.1. На эскизе каждой тележки должно быть показано два вида: главный вид и вид с верху.

4.4. Оформление лабораторной работы

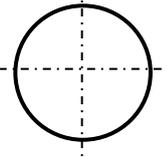
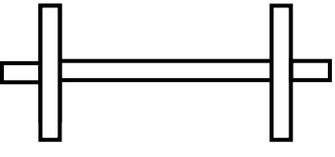
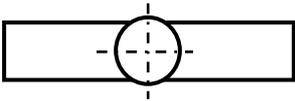
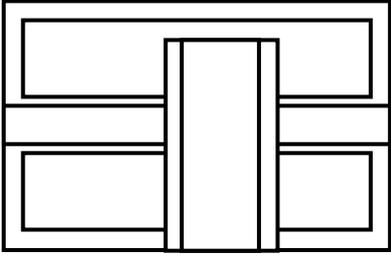
Отчёт по лабораторной работы должен содержать следующее:

- цель работы;
- эскизы тележек ЦНИИ-ХЗ и КВЗ-ЦНИИ со спецификацией;
- ответы на контрольные вопросы:
 - 1) Перечислите основные типы тележек грузовых вагонов.
 - 2) Тележками каких моделей оснащены шестиосные и восьмиосные грузовые вагоны?
 - 3) Перечислите основные типы тележек пассажирских вагонов.

Таблица 4.1

Принятые условные обозначения элементов тележек

№ п.п.	Наименование элементов	На виде сбоку	На виде сверху
-------------------	-----------------------------------	----------------------	-----------------------

1.	Колёсная пара		
2.	Боковина ЦНИИ-ХЗ		
3.	Надрессорная балка		
4.	Букса ЦНИИ-ХЗ		
5.	Букса КВЗ-ЦНИИ		
6.	Фрикционный гаситель колебаний		Не обозначается
7.	Пружина		Не обозначается
8.	Гидравлический гаситель колебаний		
9.	Люлька		Не обозначается
10.	Поводок		
11.	Рама КВЗ-ЦНИИ		

Лабораторная работа № 5

Тема: «Изучение устройства и принципов работы ударно-тяговых приборов вагонов» (Структурно-кинематический анализ механизма автосцепки СА-3)

Цель работы: Ознакомление с конструкцией, назначением и взаимодействием деталей механизма автосцепки при различных режимах.

5.1. Содержание работы

При выполнении настоящей лабораторной работы студент знакомится с конструкцией, назначением и взаимодействием деталей механизма автосцепки при различных режимах. Предварительно необходимо ознакомиться с конструкцией механизма по литературе, изучить принцип работы при сцеплении и расцеплении.

Под руководством преподавателя студенты на натурном образце рассматривают взаимодействие деталей и механизма в целом при всех режимах эксплуатации, включая возможные положения деталей, приводящие к саморасцепам в поезде. Для окончательного усвоения материала выполняется структурно-кинематический анализ и индивидуальное задание.

5.2. Структурно-кинематический анализ

Внутреннее устройство автосцепки СА-3 представляет собой три группы звеньев, определенным образом взаимодействующих между собой в различных режимах работы. Основным звеном является корпус, в котором смонтированы все группы звеньев.

Первая группа звеньев (рисунок 5.1) включает в себя корпус автосцепки – 1, замок – 2 и предохранитель – 3. Замок соединён с корпусом зубом – А и может только перекашиваться цилиндрической поверхностью z-z по корпусу без проскальзывания. Валик “В” и отверстие в замке предохраняют последний от выпадения из корпуса и от вертикального перемещения замка. Следовательно положение замка в корпусе определяется одной координатой – углом поворота φ_1 относительно корпуса.

Перемещение предохранителя относительно замка определяется также одной координатой – углом поворота - φ_2 вокруг шарнира С. Для того, чтобы определить положение предохранителя относительно корпуса надо знать углы φ_1 и φ_2 . Таким образом, положение замка и

предохранителя определяется двумя обобщёнными координатами $q_1=f_1$, $q_2=f_2$, т.е. первая группа звеньев в свободном расцепленном состоянии имеет две степени свободы.

Вторая группа звеньев (рисунок 5.2) состоит из корпуса – 1 и замкодержателя – 4. Замкодержатель навешен на шип «Д» отверстием, имеющим вид изогнутого паза. Положение замкодержателя относительно корпуса определяется углом поворота φ_3 вокруг шипа «Д» и поступательным перемещением S вдоль оси паза, т.е. двумя обобщёнными координатами $q_3=\varphi_3$ и $q_4=S$.

Третья группа звеньев (рисунок 5.3) состоит из корпуса – 1 и валика “В” с подъёмником – 5. Положение подъёмника относительно корпуса определяется одной обобщённой координатой – углом поворота φ_4 вокруг оси валика $q_4=\varphi_4$.

Совокупность всех звеньев автосцепки имеет пять степеней свободы. Это соответствует положению готовности автосцепки к сцеплению. В процессе работы звенья трёх групп взаимодействуют друг с другом и на их движения относительно корпуса накладываются дополнительные связи. Так как все детали механизма имеют сложные очертания, заменим их упрощёнными, однако идентичными в работе звеньями (см. табл. 5.1). С учётом этого механизм перед сцеплением автосцепок будет иметь вид как на рисунке 5.4, обладая всеми пятью степенями свободы.

В процессе сцепления на замок и замкодержатель (рисунок 5.5) накладываются дополнительные связи: малый зуб автосцепки смежного вагона упирается в лапу замкодержателя и поднимает противовес в положение, где площадка «г» (см. рисунок 5.5) противовеса располагается против торца «б» предохранителя 3. Замок лишается возможности поворачиваться на угол φ_1 (т.е. фиксируется в рабочем положении).

Во время движения поезда малый зуб автосцепки соседнего вагона вследствие колебаний вагонов то отходит от лапы замкодержателя (в пределах эксплуатационного зазора «Δ»), то плотно прижимается к ней. В результате этого замкодержатель совершает колебательное движение вокруг шипа «Д». Это движение может передаваться через торец замкодержателя «г» или боковые поверхности предохранителю. Так как предохранитель ничем не зафиксирован, то он может совершать колебательные движения вокруг шипа С. Аналогичное явление будет наблюдаться при достаточно больших вертикальных амплитудах и ускорениях. В обоих случаях замок на короткие промежутки времени имеет

возможность освободиться от дополнительной связи, запирающей его в рабочем положении. Валик подъемника также ничем не зафиксирован и может повернуться вокруг оси В, нажать при этом своим широким пальцем на нижнее плечо «в» предохранителя – 3, поднять верхнее плечо «б» и вывести его выше упора «г» замкодержателя – 4, тем самым устраняется связь, фиксирующая замок в рабочем положении.

Таким образом, недостатком механизма автосцепки СА-3 является то, что в сцепленном состоянии предохранитель и подъемник не зафиксированы и могут быть причинами саморасцепа в поезде.

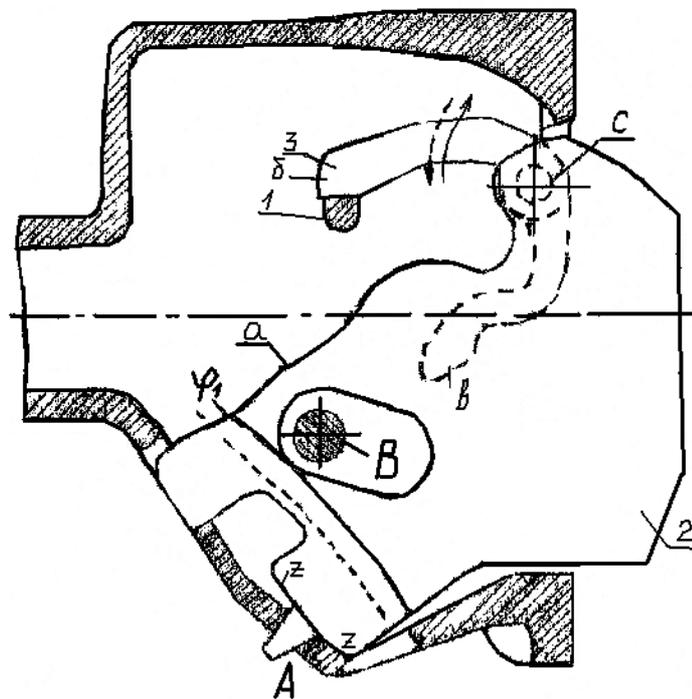


Рисунок 5.1. Первая группа звеньев.

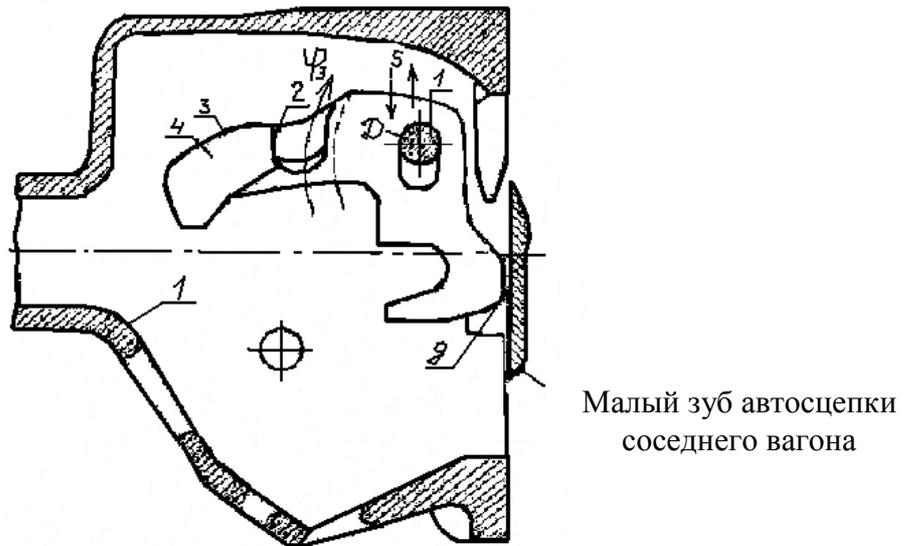


Рисунок 5.2. Вторая группа звеньев.

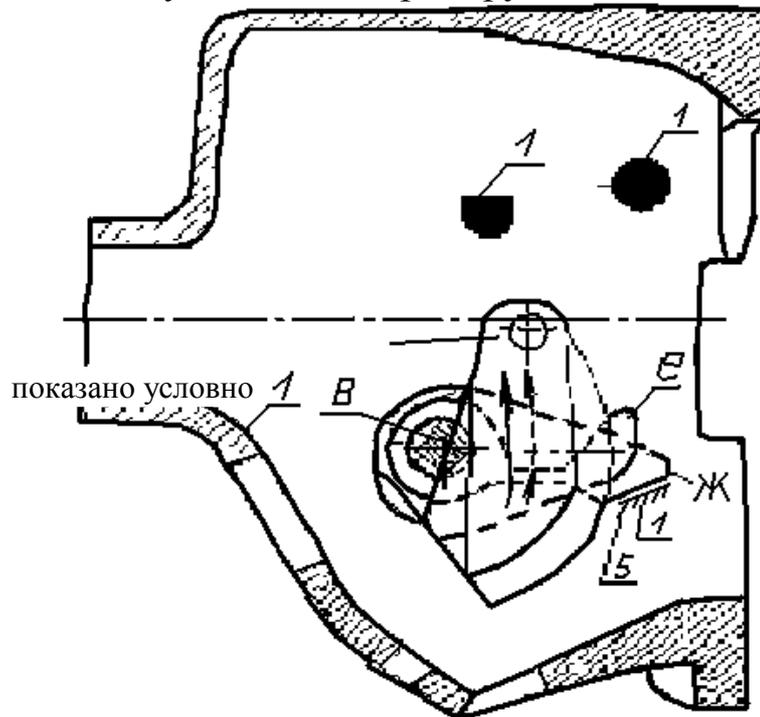


Рисунок 5.3. Третья группа звеньев.

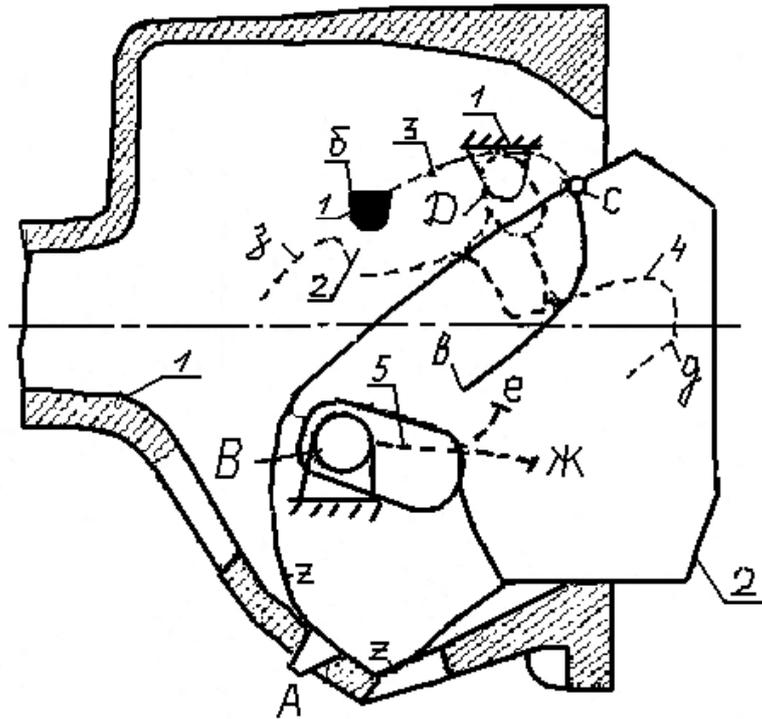
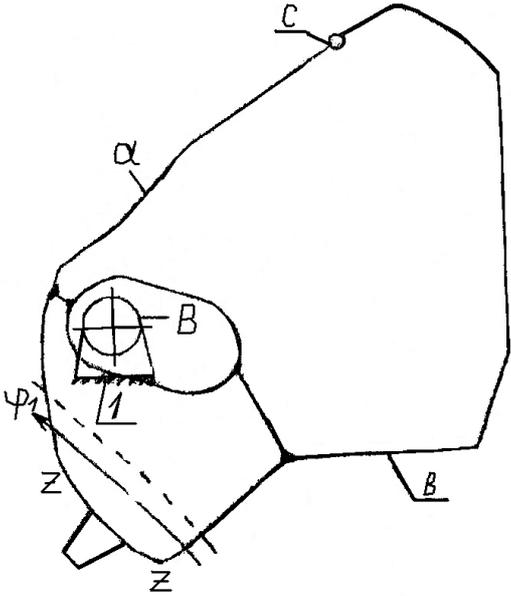
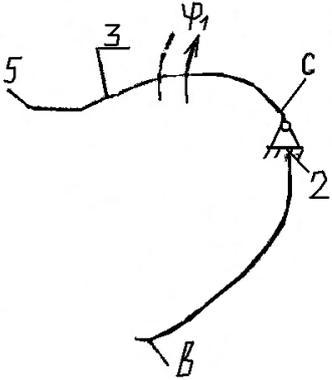
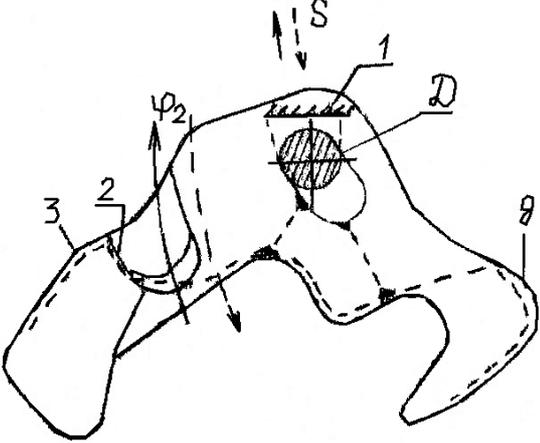
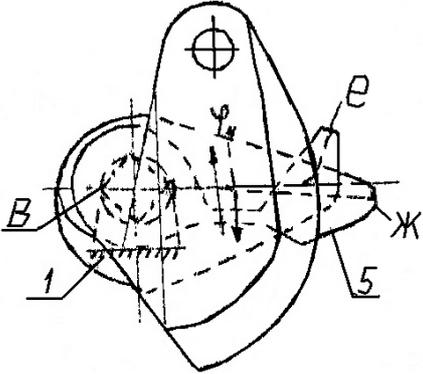


Рисунок 5.4. Четвертая группа звеньев.

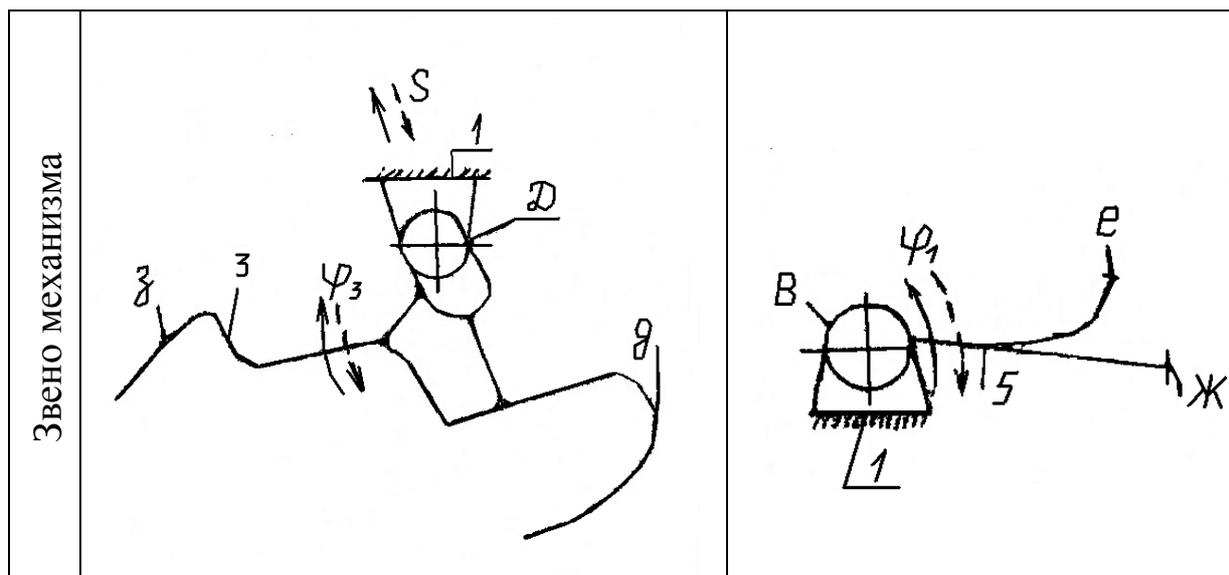
Таблица 5.1

	Замок	Предохранитель
Деталь механизма		

Звено механизма (упрощённый)	 <p>A schematic diagram of a mechanism link. It shows a main body with a pivot point 'C' at the top. A circular component 'B' is attached to the left side, with a horizontal line 'B' passing through its center. A dashed line '1' is drawn below 'B', and an angle φ_1 is indicated between this line and a vertical dashed line 'Z'. A small angle α is marked at the top left. A point 'B' is also labeled at the bottom right of the main body.</p>	 <p>A schematic diagram of a mechanism link. It shows a curved profile with a pivot point 'C' at the top right. A point 'B' is at the bottom left. A vertical dashed line 'Z' is shown, and an angle φ_1 is indicated between a horizontal dashed line and the vertical line. A point '3' is marked on the upper curve, and a point '5' is at the far left end.</p>
Деталь механизма	 <p>A detailed 3D-like diagram of a mechanism link. It shows a complex, curved shape with a central circular feature. A vertical dashed line 'Z' is shown, and an angle φ_2 is indicated. A point '1' is at the top, and a point 'D' is on the right side. A point '3' is on the left, and a point '2' is on the bottom left. A point 'B' is at the bottom right. A point 'S' is at the top with a vertical arrow. A point 'B' is also labeled at the bottom left.</p>	 <p>A detailed 3D-like diagram of a mechanism link. It shows a complex, curved shape with a central circular feature. A vertical dashed line 'Z' is shown, and an angle φ_2 is indicated. A point '1' is at the bottom left, and a point '5' is at the bottom right. A point 'B' is at the top left, and a point 'E' is at the top right. A point 'Ж' is at the far right end.</p>

Продолжение таблицы 5.1

	Замкодержатель	Подъёмник
--	----------------	-----------



Примечание: Пунктиром показано преобразование звена.

5.3. Порядок выполнения работы

- Ознакомиться на натурном образце с конструкцией и назначением всех элементов механизма автосцепки.
- Рассмотреть взаимодействие деталей механизма при всех эксплуатационных режимах.
- Освоить порядок сборки и разборки механизма.
- Изучить и начертить на бланке (см. приложение 1) положение звеньев механизма согласно выданного варианта (см. приложение 2).
- Указать конкретные конструктивные пути устранения саморасцепов в поезде.
- Оформить отчёт по работе.

5.4. Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- 1) Порядковый номер и название работы.
- 2) Цель работы.
- 3) Краткое описание конструкции и назначение элементов механизма автосцепки, а также описание процесса сцепления и расцепления автосцепок.
- 4) Выполненный вариант индивидуального задания с указанием путей снижения саморасцепов в поезде.

- 12) Зазор «Δ» (см. рисунок 5.5) превышает допустимый (на вагон в поезде действует резко приложенная продольная сила по стрелке А, см. рисунок 5.5);
- 13) После ошибочного расцепления вагонов производится восстановление сцепления;
- 14) Рычаг (при расцеплении) автосцепок положили на полочку, однако цепочка расцепного рычага длиннее нормы.

Приложение 1

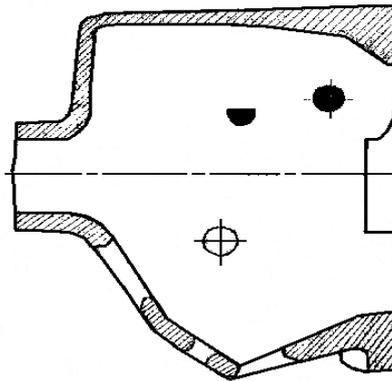


Рисунок П.5.1. Заготовка для выполнения задания.

Лабораторная работа №6

Тема: «Снятие характеристик поглощающих аппаратов, их оценка»

Цель работы:

1. Изучить конструкцию поглощающего аппарата Ш-1-ТМ и его принцип действия.
2. Построить экспериментальную силовую характеристику поглощающего аппарата Ш-1-ТМ.
3. Построить теоретическую и экспериментальную силовую характеристику пружины.

6.1. Общие сведения

Автосцепное устройство относится к основным и ответственным частям вагона. Эффективность работы автосцепного устройства зависит от типа и взаимного расположения её составных элементов, в частности от конструкции поглощающего аппарата.

Наиболее распространённым типом поглощающего аппарата в грузовых вагонах является аппарат типа Ш-1-ТМ.

Поглощающий аппарат предохраняет вагон, а также перевозимый в нём груз и пассажиров от вредных продольных динамических воздействий. Это особенно важно в настоящее время в связи с повышением масс и скоростей движения поездов, ростом интенсивности маневровых работ.

Поглощающий аппарат предназначен для уменьшения продольных растягивающих и сжимающих усилий, передающихся через автосцепку на раму кузова и другие части вагона, за счёт преобразования кинематической энергии соударяющихся масс в работу сил трения и в потенциальную энергию деформации упругих элементов аппарата.

Поглощающий аппарат типа Ш-1-ТМ применяется в четырёхосных грузовых вагонах. Аппарат Ш-1-ТМ состоит из корпуса, имеющего шестигранную форму, нажимного конуса, трёх фрикционных клиньев, нажимной шайбы, стяжного болта, наружной и внутренней пружин. Корпус и детали аппарата стальные, литые. Масса поглощающего аппарата 134 кг.

6.2. Краткое описание лабораторного стенда

Приборы и оборудование

Пресс типа 2135-1М состоит из следующих основных узлов: сварной рамы, гидравлического цилиндра, манометра, масляного бачка, магнитного пускателя, эксцентрикового насоса и электродвигателя.

На правой стойке крепится насос-распределитель и кнопки управления. Пресс имеет переставной стол с опорной плитой. Положение стола относительно стоек фиксируется двумя пальцами.

Насос-распределитель представляет собой совмещённый в одном корпусе ручной поршневой насос одностороннего действия и распределитель.

Распределитель предназначен для изменения подачи жидкости в верхнюю и нижнюю полости цилиндра.

При выполнении данной работы необходимо соблюдать меры предосторожности:

- пол вокруг стенда должен быть ровным, не скользким и не заставлен изделиями и материалами;

- корпус электродвигателя и пускового устройства, а также все металлические части вблизи них, которые могут оказаться под напряжением, должны быть заземлены;
- перед началом испытаний следует проверить состояние креплений деталей пресса;
- работы, связанные с испытанием поглощающего аппарата и его пружины, производят только те студенты, которые назначаются преподавателем. Остальные студенты вместе с преподавателем находятся на расстоянии не менее 1,5 м;
- перед снятием и установкой поглощающего аппарата и его пружин следует убедиться в отсутствии давления в цилиндре.

6.3. Порядок выполнения работы

- Ознакомиться с натурными образцами поглощающих аппаратов;
- Замерить параметры пружины поглощающего аппарата и результаты занести в таблицу 6.1;

Таблица

6.1

Параметры пружины

Параметры	Ед. измерения	Значения
D	мм	
d	мм	
$h_{св}$	мм	
n_p	шт	

- Установить пружину на пресс и последовательно загрузить её, снимая показания манометра через каждые 5 делений (т.е. 25 кгс/см²), измеряя при этом каждый раз её прогиб. Показания манометра снимать до 100 кгс/см². Результаты испытаний занести в таблицу 6.2;
- Разгрузить цилиндрическую пружину в обратном порядке и с теми же интервалами, измеряя каждый раз её прогиб. Результаты испытаний занести в таблицу 6.2;

Таблица

6.2

Испытание поглощающего аппарата и его пружины

Нагрузка			Разгрузка		
Показания манометра	Усилие (P⊙S _n),	Прогиб (f), мм	Показания манометра	Усилие (P⊙S _n),	Прогиб (f), мм

метра (P), кгс/см ²	кгс	пру- жины	аппа- рата	метра (P), кгс/см ²	кгс	пру- жины	аппа- рата

- Снять с прессы цилиндрическую пружину и установить поглощающий аппарат типа Ш-1-ТМ;
- Последовательно загружать поглощающий аппарат, снимая показания манометра через каждые 5 делений (т.е. 25 кгс/см²), и измеряя при этом каждый раз прогиб. Показания манометра снимать до 200 кгс/см²;
- Разгрузить поглощающий аппарат в обратном порядке и с тем же интервалами, замеряя каждый раз прогиб. Результаты обоих измерений занести в таблицу 6.2;
- По результатам измерений построить:
 - экспериментальную $T_2 = f(x_2)$ и теоретическую характеристику пружины $T_3 = f(x_3)$;
 - экспериментальную характеристику поглощающего аппарата $T_1 = f(x_1)$.

S_n – площадь поршня, $S_n = 115 \text{ см}^2$.

Для построения силовой характеристики пружины используют формулу

$$P = \frac{f_{cm} \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n_p},$$

где

f_{cm} - статический прогиб пружины, м;

G - модуль сдвига, $= 80 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^2$;

d - диаметр прутка пружины, м;

D - средний диаметр пружины, м;

n_p - количество рабочих витков.

По этой формуле, задаваясь величиной прогиба, находят соответствующее значение P .

Максимальное значение прогиба определяют из условия

$$f_{\max} = h_{св} - h_{сж},$$

где $h_{св}$ - высота пружины в свободном состоянии;

$h_{сж}$ - высота пружины в сжатом состоянии, м.

6.4. Содержание отчёта

- 1) цель работы;
- 2) эскиз поглощающего аппарата;

- 3) таблицы 6.1 и 6.2;
- 4) графики $T_1 = f(x_1)$, $T_2 = f(x_2)$, $T_3 = f(x_3)$;
- 5) анализ полученных результатов и выводы по выполненной работе;
- 6) ответы на контрольные вопросы:
 - Назначение поглощающего аппарата.
 - Какой тип аппарата применяется в четырёхосных грузовых вагонах, из каких частей он состоит.

Лабораторная работа №7

Тема: «Изучение устройства кузовов различных вагонов»

7.1. Общее устройство пассажирских вагонов тверского вагоностроительного завода

Цель работы: Ознакомиться с общим устройством пассажирских вагонов, выпускаемых акционерным обществом «Тверской вагоностроительный завод» (АО ТВЗ)

7.1.1. Общие сведения

1) Классификация вагонов

Вагоном называется единица подвижного состава железных дорог, предназначенная для перевозки пассажиров или грузов. Вагоны бывают несамоходные, перемещаемые локомотивами, и самоходные (автовагоны) которые для передвижения имеют Двигатель, расположенный непосредственно на вагоне (автомотрисы, трансферкары, моторвагонные секции). В зависимости от назначения вагоны объединены в пассажирские и грузовые парки. Пассажирский парк составляют вагоны, предназначенные для перевозки пассажиров, а также вагоны-рестораны, почтовые, багажные и специального назначения (служебные, путеизмерительные, вагоны-лаборатории, вагоны-клубы и др.)

В зависимости от дальности перевозок вагоны отличаются своим устройством. По назначению различают вагоны:

- дальнего следования - для перевозки пассажиров на большие расстояния; бывают купейными или некупейными; оборудованы жёсткими или мягкими диванами для лежания и поэтому называются жесткими или мягкими вагонами;
- межобластного сообщения – для перевозки пассажиров на расстояние до 1000 км. Эти вагоны имеют удобные кресла для сидения;

- пригородные - для перевозки пассажиров на небольшие расстояния в сравнительно короткое время; оборудованы диванами (жесткими или мягко-жесткими) для сидения;
- вагоны-рестораны предназначены для обеспечения питания пассажиров поезда в пути следования; почтовые - для перевозки писем, посылок и другого почтового груза; багажные - для багажа. Данная группа подвижного состава отличается от вагонов, предназначенных для перевозки пассажиров внутренним оборудованием и его планировкой.

2) Основные части вагона и их назначение

Каждый вагон имеет ходовые части, раму, кузов, ударно-тяговые приборы и тормозное оборудование.

Ходовые части. К ходовым частям вагона относятся тележки, состоящие из колесных пар, букс, рессорного подвешивания, рам и надрессорных балок.

Ходовые части направляют движение вагона по рельсовому пути и обеспечивают безопасное движение с необходимой плавностью хода.

Рама вагона. Рама вагона состоит из системы жестко соединенных между собой стальных продольных и поперечных балок. На раме укрепляются кузов, ударно-тяговые приборы, части автоматического и ручного тормоза, детали рессорного подвешивания. Таким образом, на раме монтируются все основные части вагона, и она обеспечивает необходимую связь между ними. Рамы существенно отличаются одна от другой в зависимости от конструкции и назначения вагона, но все они должны быть достаточно прочными, способными выдерживать нагрузку от кузова, воспринимать тяговые, ударные, тормозные усилия, давление ветра и другие нагрузки, возникающие при движении вагона. Во многих современных вагонах рама является одним из основных элементов кузова и вместе с ним представляет единую несущую конструкцию. У пассажирских и специальных вагонов снизу к раме прикрепляется различное вспомогательное оборудование для освещения, отопления и других целей. Рама кузова пассажирского вагона изготовлена из низколегированной стали 09Г2Д.

Кузов. Кузовом вагона называется крытая или открытая часть вагона, расположенная над рамой и служащая помещением для грузов или пассажиров. У пассажирских вагонов кузов состоит из боковых и торцовых стен, пола и крыши. Для обшивки кузова используется сталь 10ХНДП.

Внутренняя планировка пассажирских вагонов зависит от

назначения. Вагоны поездов дальнего следования призваны создавать наибольшие удобства для пассажиров. Для этого вагоны должны иметь: достаточный объём пассажирского помещения; удобные места для сидения и лежания; рациональное размещение и надлежащее оборудование туалетных отделений; исправно действующие отопление, вентиляцию и систему охлаждения; достаточное освещение ("естественное и искусственное"); хорошую внутреннюю отделку.

Ударно-тяговые приборы. Ударно-тяговые приборы служат для сцепления вагонов между собой и локомотивом, удержания их на определенном расстоянии друг от друга, а также для передачи силы тяги от локомотива к вагонам и смягчения ударов, возникающих при движении в поезде или при маневрах.

Развитие и усовершенствование различных конструкций сцепок привели к созданию автосцепного устройства, обеспечивающего сцепление вагонов автоматически при их нажатии или соударении. В настоящее время такое устройство является основным типом сцепного и тягового прибора; им оборудуются все вагоны грузового и пассажирского парка. Каждый вагон имеет два комплекта автосцепного устройства, расположенных в концевых участках рамы. Автосцепное устройство одного конца вагона состоит из корпуса автосцепки и расположенного в нем механизма сцепления (замка, замкодержателя, предохранителя замка, подъёмника, валика подъёмника и болта с гайкой и двумя стопорными шайбами); расцепного привода; ударно-центрирующего прибора; упряжного устройства; поглощающего аппарата; опорных частей.

Основной частью автосцепного устройства является автосцепка СА-3 (советская автосцепка, третий вариант).

Тормозное оборудование. Тормозом называется устройство на подвижном составе, с помощью которого создается искусственное сопротивление движению, необходимое для остановки поезда или регулирования его скорости.

Тормоза бывают ручные и автоматические. Вагоны грузового и пассажирского парков оборудованы автоматическими тормозными приборами, а часть вагонов - дополнительно и ручными тормозами.

7.1.2. Новое поколение пассажирских вагонов АО ТВЗ

Современной тенденцией пассажирского вагоностроения является создание типового ряда вагонов различного класса на базе единого кузова, обеспечивающего возможность модульной сборки

внутривагонного и подвагонного оборудования.

Изготавливаемые в России пассажирские вагоны локомотивной тяги различных типов и классов можно объединить в две группы, отличающиеся основными техническими показателями. К одной группе относятся вагоны с конструкционной скоростью 160 км/ч, длиной по осям сцепления автосцепок 24,537 м и кузовом традиционной конструкции с гофрированной обшивкой. За базовый вагон этой группы можно принять вагон модели 61-820 (61-820К с установкой кондиционирования воздуха).

Другую группу составляют пассажирские вагоны нового поколения с конструкционной скоростью 160/200 км/ч, длиной по осям сцепления автосцепок 25,5 м и кузовом, у которого боковые стены имеют двухслойную несущую обшивку, гладкую на наружной поверхности. В качестве базового вагона может быть взят вагон модели 61-4170, опытный образец которого изготовлен Тверским вагоностроительным заводом в 1998 году.

Особенностью планировочных решений вагонов является постоянство планировки концевых частей и возможность гибко изменять планировку пассажирского салона.

7.1.3. Порядок выполнения и оформления работы

- Записать название и цель работы, заполнить табл. 7.1.
- Ответить на контрольные вопросы:
 1. Дать определение понятия "вагон".
 2. Какие вагоны относятся к пассажирским?
 3. Перечислить основные части вагона, из назначение.
 - 4) Привести схему планировки вагона с размерами.
- Записать вывод по выполненной работе.

Таблица 7.1

Параметры пассажирских вагонов

Назначение вагона	Количество мест для сидения или спальных	Тара, т	Габарит подвижного состава	Материал кузова	Тип автосцепки	Тип тележки

7.2. Общее устройство грузовых вагонов

Цель работы: Ознакомиться с общим устройством грузовых вагонов.

7.2.1. Общие сведения

Парк грузовых вагонов состоит из универсальных (перевозят грузы широкой номенклатуры) и специализированных (перевозят один вид груза или несколько однородных) вагонов пяти основных видов: крытые вагоны, платформы, полувагоны, цистерны, изотермические.

К специализированным вагонам относятся живорыбные, вагоны для технических и бытовых нужд железных дорог (вагоны-мастерские, вагоны восстановительных и пожарных поездов) и др. Конструкция кузова грузового вагона и его оборудование должны обеспечивать сохранность груза, наибольшую вместимость, высокую производительность труда и удобство работы при погрузке и выгрузке.

Тип грузового вагона и общее устройство определяются его назначением и конструкцией кузова, в котором основанием и наиболее нагруженной частью является рама (бывают кузова безрамные).

В зависимости от рода перевозимых грузов кузова разделяются на открытые (у платформ, полувагонов, думпкаров, хопперов и др.) и закрытые (у крытых вагонов, цистерн, изотермических, зерновозов, цементовозов и др.). Кузова могут быть цельнометаллическими или с металлическим каркасом и деревянной обшивкой, а по технологии изготовления сварными или клепанными.

Открытые кузова платформ и полувагонов используются для перевозки металлических и деревянных контейнеров и грузоподъемностью 2,5 т; 5 т; 10 т; 20 т и 30 т с размещенными в них штучными и другими грузами. Для исключения перегрузок из вагонов в автомобили применяют контрейлеры – специальные контейнеры, приспособленные для подкатки автомобильных шасси

Вагон любого типа должен обеспечивать требуемую прочность при минимальном весе, быть надежным в течение всего срока службы, дешевым при изготовлении и при ремонте, удобным и нетрудоемким в эксплуатации.

7.2.2. Порядок выполнения и оформления работы:

- Записать название и цель работы, заполнить табл. 7.7.
- Ответить на контрольные вопросы:
 1. Перечислить основные типы вагонов грузового парка.
 2. Определить назначение и виды вагонов промышленного парка.
 3. Описать вагоны для перевозки жидких грузов.
- Записать выводы по выполненной работе.

Таблица 7.7

Параметры грузовых вагонов

Назначение вагона	Грузоподъемность, т	Тара, т	Габарит подвижного состава	Материал кузова	Тип авто сцепки	Тип тележки

Лабораторная работа №8

Тема: «Изучение приборов для испытания вагонов»

8.1. Изучение характеристик приборов и аппаратуры для испытаний вагонов

Цель работы: Изучить конструкцию, назначение и принцип действия приборов и оборудования, применяемого при испытании вагонов.

8.1.1. Общие сведения о методах испытаний вагонов и их узлов на прочность

Работоспособность вагона не может быть гарантирована только на основе теоретических расчетов. Необходимы испытания на фактическую прочность натуральных образцов.

Испытания делятся на:

- статические, с целью оценки напряжённно-деформированного состояния (НДС) и проверки точности теоретических расчетов;
- динамические, для оценки в основном усталостной прочности.

Существующие способы экспериментальных исследований НДС вагонных конструкций сводятся к определению деформаций,

возникающих в испытуемом объекте. Напряжения определяются косвенно через деформации (на основании закона Гука).

Для замера деформаций применяются следующие методы:

- механический (механические тензометры);
- электрический;
- оптический (при помощи прозрачных моделей);
- рентгенографический (основан на замере расстояний между атомами кристаллической решетки металлов);
- лаковых покрытий.

Наибольшее распространение получил метод тензометрирования в силу следующих преимуществ:

- возможность дистанционных измерений;
- простота усиления сигнала;
- высокая чувствительность;
- большой диапазон измерений;
- малая инерционность;
- простота хранения и обработки информации.

8.1.2. Приборы и оборудование, применяемые при испытании вагонов методом электротензометрирования

Сущность электротензометрии заключается в преобразовании неэлектрических величин (деформаций, перемещений, сил, давлений, ускорений, вибраций и т.п.) в электрические и измерение их при помощи специальной аппаратуры.

При испытаниях применяется комплект тензометрической аппаратуры, включающей:

- преобразователь (тензодатчик - задающий элемент);
- усилитель;
- осциллограф;
- испытательные машины (домкраты и т.п.), обеспечивающие заданный режим испытаний.

Наиболее известными из всех типов резисторов являются в настоящее время проволочные тензорезисторы (датчики). Конструкция их проста: между двумя тонкими листами подложки (бумажной или пленочной) наклеивается проволочная решетка, выполненная в виде нескольких петель. К концам решетки припаяны выводы большего сечения, служащие для подключения тензодатчика к измерительной аппаратуре.

Основные характеристики тензодатчика:

- активное сопротивление R_d ;
- база λ ;
- коэффициент термочувствительности

$$K = \frac{\Delta R / R_d}{\Delta l / l} = \frac{\Delta R}{R_d \cdot \varepsilon}, \quad (8.1)$$

где ΔR - изменение сопротивления тензодатчика;
 l - начальная длина деформируемого участка;
 Δl - изменение длины проволоки (деформация детали);
 ε - относительное изменение длины проволоки (относительная деформация).

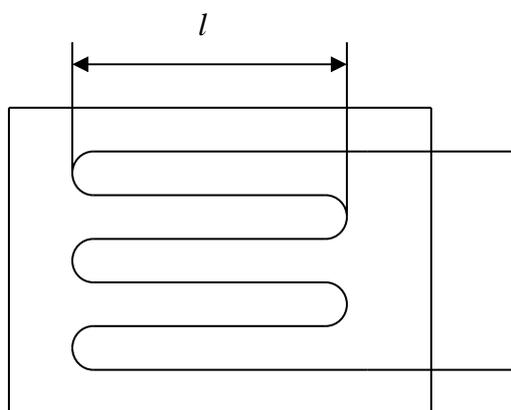


Рисунок 8.1. Конструкция тензодатчика.

Материал тензодатчика – константановая проволока, $d=0,015-0,035$ мм ($K=2,1$).

Датчик наклеивается на очищенную поверхность с помощью клея типа БФ-2.

Схема подключения датчиков

Датчик, наклеенный на деталь, не может быть последовательно подключен в электрическую цепь с измерительными приборами, так как, даже при самых значительных деформациях изменение сопротивления датчика настолько мало, что обнаружить его не могут самые высокочувствительные приборы. Поэтому датчики включаются в соответствующую схему, позволяющую использовать усилительные устройства.

Наибольшее распространение получила мостовая схема включения датчиков:

R_d – рабочий тензодатчик;

R_1, R_2 – дополнительные тензодатчики;

R_K – компенсационный тензодатчик, наклеивается на ненагруженную деталь.

Обычно $R_1=R_2$; $R_D=R_K$

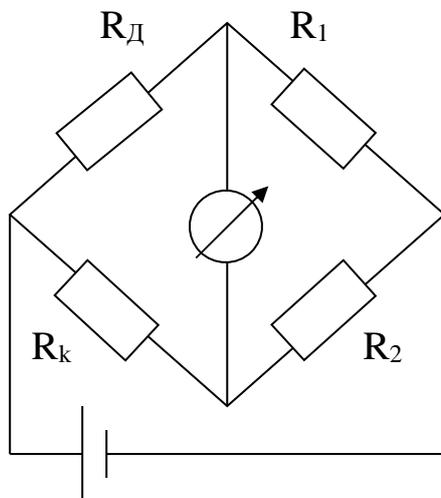


Рисунок 8.2. Схема включения тензодатчиков.

Тензометрическая аппаратура

В лаборатории кафедры «Вагоны» имеются два типа тензометрических станций: ЦТМ-5 и СИИТ –3. Эти тензостанции обладают схожими характеристиками: возможность проводить измерения по ста каналам с последовательным опросом в ручном и автоматическом режимах; имеют цифровую индикацию; имеют встроенные электрические фильтры; позволяют включать тензодатчики по мостовой и полумостовой схемам.

Задающими элементами аппаратуры являются проволочные тензодатчики. Имеется возможность в качестве регистрирующих элементов подключать шлейфовый осциллограф. Сопротивление тензодатчика 200-400 Ом.

Датчики при воздействии деформации меняют своё сопротивление, вследствие чего происходит разбаланс моста и на диагонали его появляется напряжение, которое усиливается. Полученный на выходе сигнал пропорционален величине деформации. Этот сигнал отображается на цифровом табло в относительных единицах, которые после тарировки будут пропорциональны деформации или напряженному состоянию в материале.

Измерение

Процесс измерения заключается в проведении записи на ленте осциллографа при нулевых нагрузках (принимаемых за начало отсчета) и проведении записи процессов после создания на объекте рабочих нагрузок.

Кроме того, для возможности определения масштаба записи при расшифровке осциллограмм во время эксперимента производится запись тарировочного сигнала – тарировочная деформация.

Осциллограф светолучевой НО41-УЧ.2

Осциллограф предназначен для регистрации световым лучом изменений во времени электрических или других величин, преобразованных в электрические.

Число одновременно записываемых процессов – 16. В магнитном блоке осциллографа устанавливаются гальванометры-вставки.

Напряжение питания осциллографа 27 В постоянного тока. Скорость протяжки фотоленты 2,5-2500 мм/с. Отметки времени 0,01; 0,1 с (причем отметки времени связаны со скоростями движения фотолент. Например, при скорости 2500 мм/с – 0,01 с; на этой скорости десятая отметка выделяется более жирной линией).

В осциллографе имеется устройство для визуального наблюдения за отклонением записываемой величины от нулевого значения.

Схема оптическая – предназначена для выполнения следующих функций:

- запись исследуемых процессов;
- визуальное наблюдение отклонений записываемых величин от нулевого значения;
- запись отметок времени;
- запись базовой линии.

При колебаниях рамки гальванометра вместе с ней колеблется зеркало гальванометра и меняется угол отражения в горизонтальной плоскости. Отраженный луч света перемещается в горизонтальной плоскости. Если при этом фотолента перемещается, то на ней запишется развёрнутый во времени процесс.

Меньшая часть светового луча, отражённого от гальванометра попадает на зеркало устройства визуального наблюдения. Затем отраженный луч попадает на вогнуто-цилиндрическую поверхность

зеркала, отражаясь в виде точки, попадает на экран визуального наблюдения.

Запись базовой линии производится с помощью нулевой вставки в магнитном блоке.

Отметчики времени включаются одновременно с двигателем протяжки фотобумаги.

В осциллографе предусмотрена автоматическая регулировка t^0 магнитного блока, обеспечивающая $t^0_{\text{блока}} + 40$ (обогрев).

Ответить на контрольные вопросы:

1. Опишите методы испытаний вагонов и их узлов на прочность.
2. В чем заключается сущность электротензометрии?
3. Какая аппаратура применяется при испытаниях вагонов методом электротензометрирования?
4. Опишите устройство, принцип действия и назначение усилителя и осциллографа.

8.2. Тарировка усилителя статических деформаций

Цель работы: определение масштаба записи измеряемых величин (цены деления регистрирующей аппаратуры)

Тарировка комплекта измерительной аппаратуры определяется с помощью тарированной балочки в форме бруса равного сопротивления изгибу.

8.2.1. Порядок выполнения работы

- Проверить наличие и исправность тензодатчиков, и схему соединений.
- Включить усилитель и прогреть в течение 20 мин.
- Произвести регулировку усилителя:
- Подать питание на осциллограф.
- Увеличивая нагрузку на тарировочную балочку зарегистрировать величину на цифровой шкале или отклонения светового луча.

При этом загрузку балочки производить гирями по указанию преподавателя. С каждой нагрузкой опыт повторить три раза.

Результаты занести в таблицу 8.1.

Расчетное напряжение определяется по формуле

$$\sigma_i = \frac{M_i}{W}, \text{Па} \quad (8.2)$$

где $M_i = P_i l$ – изгибающий момент в сечении балочки посередине базы тензодатчика, Нм;

l - плечо действия силы P , м;

$$W = (bh^2)/6$$

b – ширина сечения балочки, м;

h – высота сечения балочки, м.

Подставив указанные значения в формулу (8.2) получим:

$$\sigma_i = \frac{6P_i l}{bh^2}, \quad (8.3)$$

Таблица 8.1

Нагрузка на балочку, Н P_i	Величина отклонения светового луча, мм a	Расчётное напряжение, Па σ	Цена деления шкалы экрана, Па/мм $\zeta = \sigma/a$	Среднее значение цены деления, Па/мм $\zeta_{cp} = \sum \zeta_i / n$
$P_1 = 1 \text{ кг} \approx 10 \text{ Н}$				
$P_2 = 2 \text{ кг}$				
$P_3 = 3 \text{ кг}$				
$P_4 = 4 \text{ кг}$				
$P_5 = 5 \text{ кг}$				

Среднее значение цены деления определит величину напряжения, соответствующую отклонению луча осциллографа на 1 мм или по показаниям цифрового индикатора в относительных единицах.

- Ответить на контрольные вопросы:

1) Для чего производится тарировка комплекта измерительной аппаратуры?

2) Изобразите принципиальную схему установки.

Список литературы

1. Конструирование и расчёт вагонов. Учебник для вузов ж.д. транспорта. В.В. Лукин, Л.А. Шадур, В.Н. Котуранов, А.Х. Хохлов, П.С. Анисимов.; Под. ред. В.В. Лукина. М. УМК МПС России, 2000. 731 с.
2. Инструкция по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колёсных пар ЦВ/3429. М. «Транспорт», 1977, 87 с.
3. Классификация неисправностей колёсных пар и их элементов ИТМ 1-В. М., «Транспорт», 1978 г., 31 с.
4. Подшипники качения колёсных пар вагонов и локомотивов. – М.: Машиностроение, 1972. – 168 с.
5. Амелина А.А. Устройство и ремонт вагонных букс с роликовыми подшипниками. – М.: транспорт , 1975 -288 с.
6. Бомбардиров П.П. Вагонные буксы с подшипниками скольжения. –М. Транспорт, 1979 г., 127с.
7. Расчёт вагонов на прочность. Под редакцией Л.А. Шадура. М., «Машиностроение», 1971, 432 с.
8. И.И Челноков, А.А. Эстлинг. Расчёт рессорного подвешивания вагонов, ч.2, ЛИИЖТ, 1969, 23 с.
9. Челноков И.И. Гидравлические гасители колебаний пассажирских вагонов. М., «Транспорт», 1975, 72 с.
10. Челноков И.И. Устройство, принцип действия и экспериментальные исследования горизонтального гидравлического гасителя колебаний вагонов. В кн. Динамика вагонов. Сб. тр. – ЛИИЖТа. Вып. 403. Л., 1977, с. 57-63.
11. Автосцепное устройство ж.д. подвижного состава. В.В. Коломийченко, Н.А. Костина и др. М., “Транспорт”, 1991., 232с.

Содержание

Введение	3
1. Изучение устройства колёсных пар. Анализ особенностей элементов колёсных пар и измерения её элементов	4
2. Изучение устройства и принципов работы различных типов буксовых узлов	17
3. Изучение устройства и принципов работы, анализ конструктивных схем рессорного подвешивания вагонов. Измерение рессорного подвешивания, снятие характеристик упругих элементов и гасителей колебаний.	26
4. Изучение устройства и анализ конструктивных схем различных тележек вагонов	37
5. Изучение устройства и принципов работы ударно-тяговых приборов вагонов	42
6. Снятие характеристик поглощающих аппаратов, их оценка	50
7. Изучение устройства кузовов различных вагонов	54
8. Изучение приборов для испытания вагонов	59
Список литературы	66

Редактор: С.А.Мулламухамедов

Подписано в печать
Формат бумаги 60x84 1/16

Объем 4,375 п.л.
Тираж 50 экз. Заказ №

Типография ТашИИТ.

Ташкент, ул. Адылходжаева, 1