СТАНДАРТ СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ
НА ФЕДЕРАЛЬНОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Краны стреловые на железнодорожном ходу

Типовая методика испытаний на прочность

Издание официальное

Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Государственным унитарным предприятием Всероссийский научно-исследовательский институт тепловозов и путевых машин МПС России (ГУП ВНИТИ МПС России)

ИСПОЛНИТЕЛИ: Э.С. Оганьян, к.т.н.; В.А. Пархонин;
А.А.Рыбалов, к.т.н.; И.Н. Сидун; А.Г.Лунин

ВНЕСЕН Центральным органом Системы сертификации на федеральном железнодорожном транспорте - Департаментом технической политики МПС России, Департаментом локомотивного хозяйства МПС России, Департаментом безопасности движения и экологии МПС России

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ указанием МПС России от " 29 " апреля 2003г. № Р-418у

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения МПС России

Содержание

1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	2
3	Объекты испытаний	2
4	Проверяемые сертификационные показатели	3
	Методы испытаний	3
6	Условия проведения испытаний	4
7	Средства испытаний	5
8	Порядок проведения испытаний	7
9	Порядок обработки данных и оформления результатов испытаний	14
10	Допустимая погрешность контроля сертификационных показателей	19
11	Требования безопасности и охраны окружающей среды	21
	Приложение А Форма таблицы результатов градуировки	22
	Приложение Б Форма журнала наблюдений	23
	Приложение В Форма журнала наблюдений	24
	Приложение Г Форма таблицы статических напряжений	25
	Приложение Д Форма таблицы динамических напряжений	26
	Приложение Е Библиография	27
	Лист регистрации изменений	28

СТАНДАРТ СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ НА ФЕДЕРАЛЬНОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Краны стреловые на железнодорожном ходу

Типовая методика испытаний на прочность

Дата введения 2003-04-30

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает обязательную для применения типовую методику (ТМ) испытаний на прочность ходовых, поворотных рам, рам тележек, несущих металлоконструкций кранов стреловых (КС), на которые устанавливают рабочие органы (портал, платформа поворотная, стрела грузовая) и элементов крепления и страховки рабочих органов и механической части привода новых, модернизируемых[1)] и серийно выпускаемых КС на железнодорожном ходу всех типов при проведении их сертификации в Системе сертификации на федеральном железнодорожном транспорте (ССФЖТ).

1.2 Настоящая ТМ является обязательной для применения при проведении сертификационных испытаний КС.

Данная ТМ по приведенным показателям может также применяться при приемочных и других испытаниях.

1.3 На основе ТМ аккредитованные в ССФЖТ испытательные центры (лаборатории) при необходимости разрабатывают рабочие методики испытаний, учитывающие требования программы испытаний КС конкретного типа.

[1)] Под модернизацией, применительно к данному документу, понимают внесение в принятую конструкцию крана существенных изменений, требующих проведения приемочных испытаний.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.003-86 ССБТ. Работы электросварочные. Требования безопасности

ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.020-80 ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности

ГОСТ 25.101-83 Расчеты и испытания на прочность. Методы схематизации случайных процессов нагружения элементов машин и конструкций и статистического представления результатов

ГОСТ 12997-84 Изделия ГСП. Общие технические условия

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ОСТ 32.62-96 Нормы прочности металлоконструкций путевых машин. Методические указания

СТ ССФЖТ ЦТ 048-99 Рессоры листовые подвижного состава железных дорог. Типовая методика испытаний

СТ ССФЖТ ЦТ-ЦВ-ЦЛ 084-2000 Подвижной состав железных дорог. Пружины цилиндрические винтовые тележек. Типовая методика испытаний

СТ ССФЖТ ЦТ 085-2000 Ло□омотивы. Колесные пары с буксами. Типовая методика испытаний

3 Объекты испытаний

3.1 Объектами испытаний по настоящей ТМ являются:

3.1.1 Рамы ходовые, поворотные и рамы тележек.

3.1.2 Несущие металлоконструкции КС, прочность которых влияет на безопасность движения (портал, платформа поворотная, стрела грузовая).

Элементы крепления и страховки деталей рабочих органов и механической части привода. К этим элементам относятся раскосы, кронштейны, тяги, опоры, упоры, стяжки, крюки, шкворни, привариваемые или закрепляемые с помощью крепежных деталей на несущих конструкциях крана.

4 Проверяемые сертификационные показатели

4.1 При испытаниях под действием статических нагрузок, натурных ходовых, соударением и в рабочем режиме определяют механические напряжения.

4.2 Дополнительно к п. 4.1 определяют:

4.2.1 При испытаниях от статических нагрузок - деформации (прогибы) главной рамы при приложении продольных по осям автосцепок или буферам нагрузок, от действия вертикальных сил, при подъеме КС или рамы на домкратах, или при других видах нагрузок, оговоренных в рабочей программе.

4.2.2 При натурных ходовых испытаниях - динамические прогибы рессорного подвешивания, усилия, воспринимаемые опорами рам (ходовой, поворотной) и передаваемые тягами и подвесками, вертикальные и горизонтальные перемещения экипажных частей КС относительно друг друга, ускорения отдельных составных частей, скорость движения КС.

4.2.3 При испытаниях соударением - силу удара в автосцепное устройство и скорость подхода крана к составу непосредственно перед соударением, ускорения отдельных элементов.

5 Методы испытаний

5.1 Механические напряжения определяют методом тензометрирования. Измерения выполняют на объектах и моделях при статических и динамических нагрузках путем установки на поверхности тензорезисторов. В результате измерений определяют механические напряжения в различных точках объектов и значения наибольших напряжений, по которым проводят расчетную оценку прочности и ресурса конструкции.

Величину напряжений при статических испытаниях находят как разность показаний средств измерений (СИ) до нагружения и после него.

Диапазон измеряемых частот от 0 до 250 Гц. Наибольшая измеряемая относительная деформация до 2,0 %.

Допускают применение других методов определения напряжений, обеспечивающих точность измерений не ниже метода тензометрирования (метод чувствительных покрытий, лазерно-оптический и др.).

5.2 Для проверки общих деформаций (прогибов) главных рам используют метод инструментальных измерений.

5.3 Прогибы пружин рессорного подвешивания и перемещения элементов экипажной части определяют с помощью датчиков перемещений.

5.4 Силу удара измеряют методом тензометрирования градуированной (динамометрической) автосцепки.

5.5 Скорость соударения определяют путем измерения времени прохождения мерных баз.

5.6 Ускорения определяют датчиками ускорений (акселерометрами).

6 Условия проведения испытаний

6.1 Подготовку к испытаниям и испытания КС на стендовом оборудовании (от статических нагрузок) производят в специально выделенном помещении, в котором должна поддерживаться температура воздуха не ниже 13° С и обеспечиваться во время выполнения работ освещенность не менее 50 лк.

6.2 Натурные испытания проводят в условиях окружающей среды, соответствующих климатическому исполнению КС, категории размещения и группе условий эксплуатации по ГОСТ 15150, указанных в ТЗ или ТУ. Испытания проводят в светлое время суток, движение КС осуществляют в условиях, соответствующих технической документации.

6.3 СИ при стационарных испытаниях размещают в помещениях со следующими условиями окружающей среды:

температура воздуха, °С	20 ± 5
влажность воздуха, %	80 ± 10
освещенность, лк	120 ±20.

Допускается применение СИ и регистрации в других условиях окружающей среды, оговоренных руководствами по эксплуатации на СИ.

6.4 Для исключения влияния окружающей среды первичные преобразователи, применяемые при испытаниях, должны быть защищены от действия влаги, механических повреждений, магнитных и электрических полей. С целью исключения влияния температурного приращения сопротивления рабочего тензорезистора в измерительную схему включают компенсационный тензорезистор.

6.5 Применяемое испытательное оборудование (ИО) должно обеспечивать:

- плавное регулирование статического нагружения объекта испытаний в соответствии с установленными режимами;
- точность нагружения с погрешностью не более 5 %;
- стабильность величины нормируемой нагрузки в течение времени, необходимого для снятия показаний СИ и осмотра испытываемого КС.

7 Средства испытаний

7.1 Для определения механических напряжений посредством измерений относительных деформаций в элементах КС применяют тензорезисторы проволочные типа 2ПКБ и фольговые типа КФ5 базой 5, 10, 20 мм.

7.2 Для определения усилий используют мессдозы, датчики давления, манометры, тарированные автосцепки (динамометрические) и другие силоизмерительные устройства, а также элементы испытываемого объекта, предварительно градуированные по деформации или перемещению. Динамометрическая автосцепка должна обеспечивать передачу усилий до 3000 кН без остаточных деформаций. Градуировочный график, устанавливающий зависимость между действующей на автосцепку силой и возникающими в ее хвостовике напряжениями, представлен на рисунке 1.

7.3 Вертикальные и горизонтальные перемещения экипажных частей КС относительно друг друга, прогибы упругих элементов, ход поглощающих аппаратов автосцепки и т.п. измеряют прогибомерами балочного, реохордного и других типов или перемещениемерами.

7.4 Измерение общих деформаций (прогибов) ходовой рамы производят с помощью струны, индикатора часового типа или оптического СИ.

7.5 В качестве датчиков ускорений объекта испытаний используют акселерометры балочного типа, пьезоэлектрические, индуктивные и др.

7.6 Скорость соударения определяют по времени прохождения фиксированного участка пути (1 метр) с помощью индукционного датчика, который закрепляют в зависимости от схемы соударения на буксе передней оси накатываемого КС или вагона-бойка. Возбуждение (сигнал) датчика регистрируют осциллографом по мере расстояния прохода над постоянными магнитами, установленными с шагом 250 мм на шпалах (вне колеи) вдоль оси пути в непосредственной близости (3 - 3,5 м) от оси сцепления автосцепок соударяемых единиц.

7.7 Для определения напряжений при статических испытаниях используют тензометрические измерительные системы типа СИИТ-2, СИИТ-3.

7.8 Для определения напряжений при ходовых испытаниях, испытаниях соударением и в рабочем режиме применяют тензоусилители динамических процессов с несущей частотой (2500 – 8000) Гц типа ТУП 12, 8АНЧ и многоканальные светолучевые осциллографы (Н-043, Н-044, Н-115, Н-085) с записью процессов.

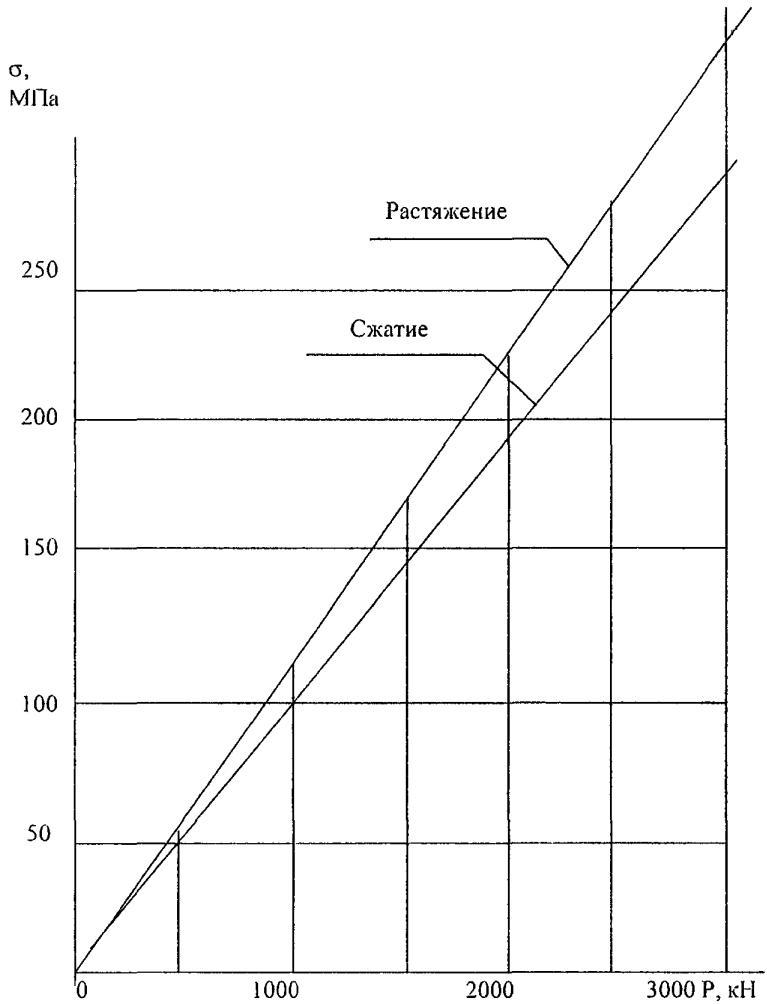

Рисунок 1 - График градуировки автосцепки

7.9 Для определения напряжений при указанных выше испытаниях возможно применение модульных систем сбора и обработки информации на основе ПЭВМ (программно-аппаратные комплексы).

7.10 Испытания ходовой рамы на сжатие - растяжение проводят на специальном стенде с мощной рамой - каркасом и гидравлическими домкратами.

7.11 Нагружение испытываемого объекта вертикальной нагрузкой осуществляют на специальном стенде с помощью гидравлических домкратов или мерными грузами.

7.12 Испытания рам тележек от действия вертикальных сил проводят путем подъема и опускания на домкратах надтележечной массы главной рамы КС с установленным на ней оборудованием.

7.13 При натурных испытаниях используют оснащенные необходимыми СИ и средствами регистрации динамометрические вагоны - лаборатории, обеспечивающие условия работы и содержания указанных средств.

7.14 Применяемые средства должны обеспечивать измерения, регистрацию динамических процессов без искажения в диапазоне частот (0 – 250) Гц.

7.15 ИО должно быть аттестовано, а СИ поверены в установленном порядке.

7.16 Допускается применение СИ, средств регистрации и ИО, обеспечивающих точность измерений и воспроизведения испытательных нагрузок не хуже приведенных выше.

8 Порядок проведения испытаний

8.1 Рамы (ходовые и поворотные) подвергают стендовым испытаниям от действия вертикальных и продольных статических нагрузок, испытаниям в рабочем (при подъеме и перемещении груза КС) и транспортном режимах, а также при соударениях.

8.2 Рамы тележек нагружают вертикальными силами, имитирующими массу рамы с установленным на ней оборудованием, силами, возникающими при работе КС, при движении его в транспортном режиме и при соударениях.

8.3 Испытания несущих металлоконструкций КС (портал, поворотная платформа, стрела грузовая), а также элементов крепления и страховки от падения рабочих органов и механической части привода выполняют при движении КС в транспортном режиме и при соударениях.

8.4 Отбор и передачу объектов испытаний производят в соответствии с установленным в ССФЖТ порядком и организационно - распорядительной документацией аккредитованного в ССФЖТ испытательного

центра (лаборатории). КС, предъявляемый к испытаниям, должен быть изготовлен в соответствии с рабочими чертежами, принят ОТК предприятия-изготовителя и представителем инспекции заказчика при ее наличии на предприятии.

8.5 Для проведения испытаний предприятие-изготовитель сопровождает КС следующими документами:

- комплектом рабочих чертежей (включая внесенные в установленном порядке изменения) и чертежами отдельных составных частей КС, участвующих в передаче внешних нагрузок;
- ведомостью развески, расчетом нагрузок от колесных пар на рельсы и результатами определения массы КС;
- ТЗ или ТУ на КС (или их учтенными копиями);
- расчетами объекта на прочность;
- кинематическими схемами передачи нагрузок и сил тяги.

8.6 До начала испытаний КС производят внешний осмотр, при необходимости измеряют зазоры в рессорном подвешивании, проверяют состояние сварных швов, а также наличие элементов крепления и страховки от падения на путь рабочих органов и механической части привода. По результатам осмотра составляют акт.

При наличии дефектов и отклонений, которые могут повлиять на результаты испытаний, указанный акт направляют заявителю.

8.7 На этапе подготовки к испытаниям производят предусмотренную рабочей программой градуировку элементов КС.

8.8 Места установки средств измерений определяют исходя из условий работы элементов КС и действующих на эти элементы нагрузок, результатов расчетов, наличия мест концентрации напряжений (усилий). В целях уменьшения объема измерений допускается учитывать симметричность конструкции. Измерения в наиболее нагруженных элементах по их симметричным сечениям обязательно дублируют.

8.9 Объем тензометрирования определяют рабочей программой. В удаленных от зон концентрации сечениях, где по характеру конструкции и воспринимаемых ими нагрузок предполагается одноосное напряженное состояние, наклеивают одиночные тензорезисторы по направлению главных напряжений (оси элемента). В зонах плоского напряженного состояния наклеивают двух- или трехкомпонентные розетки. Концентрацию напряжений определяют с помощью цепочек тензорезисторов, охватывающих место концентрации и прилегающие к нему на расстоянии не менее 50 мм зоны номинальных напряжений. Цепочки формируют из тензорезисторов базой от 5 до 20 мм. Тензорезисторы закрепляют в местах измерений с помощью клея типа БФ2 (или типа "Циакрин ЭО").

Продолжительность сушки при нормальных условиях окружающей среды по ГОСТ 12997 не менее 3-х суток (при использовании клея типа "Цианкрин ЭО"- не менее 1 часа).

8.10 После наклейки тензорезисторов производят монтаж измерительных схем. При проведении испытаний только от статических нагрузок, с использованием средств измерений типа СИИТ-2, монтаж осуществляют по двухпроводной схеме с одним компенсационным тензорезистором на 50 активных тензорезисторов.

При проведении натурных испытаний монтаж ведут по трехпроводной схеме с индивидуальной компенсацией.

Монтаж осуществляют проводом марок МГШВ, ПМВГ и других подобных сечением от 0,2 до 0,75 мм^2.

8.11 По окончании монтажа измерительных схем проверяют правильность соединения кабелей и проводов, отсутствие коротких замыканий, целостность решеток тензорезисторов.

Для защиты тензорезисторов от воздействия влаги и механических повреждений их поверхности и места спайки выводов на соединительных колодках покрывают эмалью марки ПФ или ГФ. После высыхания эмали тензорезисторы и соединительные колодки закрывают слоем пластилина.

8.12 Испытания на прочность от статических нагрузок

8.12.1 Испытания от действия статических нагрузок выполняют на стенде, оборудованном гидравлическими нагружающими устройствами. Для создания испытательных нагрузок могут быть использованы другие устройства, мерные грузы и сила тяжести составных частей КС.

8.12.2 Виды нагружения и величины испытательных нагрузок устанавливают рабочей программой испытаний.

8.12.3 При приложении сил через автосцепные устройства неравномерность их распределения по опорным поверхностям конструкции рамы определяют по напряжениям в элементах, симметричных относительно ее продольной оси. При разнице в напряжениях более 20 % проводят выравнивание сил.

8.12.4 Испытательные нагрузки прикладывают ступенями. При этом осуществляют мониторинг состояния конструкции и экспресс-анализ результатов измерений. Полный цикл нагружения - разгружения на всех ступенях по схеме 0-50%-0, 0-75%-0, 0-100%-0 для обеспечения допускаемой погрешности повторяют не менее трех раз. В случае превышения величины погрешности количество циклов увеличивают.

8.13 Натурные ходовые испытания

8.13.1 Натурные ходовые испытания проводят на полностью оборудованном, экипированном КС, прошедшем динамические ходовые испытания. При этом конструкция КС должна удовлетворять условиям прочности по результатам расчетов и статических испытаний.

8.13.2 На КС устанавливают СИ и приспособления в соответствии с рабочей программой испытаний.

8.13.3 Установленные СИ, приспособления и средства их крепления не должны нарушать габарит подвижного состава и препятствовать нормальному взаимодействию составных частей КС.

8.13.4 Ходовые испытания проводят на испытательных полигонах или других участках пути, назначаемых в установленном порядке. В этих испытаниях предусматривают поездки с различными скоростями по прямым участкам пути, кривым и стрелочным переводам.

Объем поездок и измерений для определения показателей нагруженности объектов испытаний устанавливают в рабочей программе испытаний.

8.13.5 Участки пути, на которых проводят ходовые испытания, должны быть статистически представительными по конструкции, плану, профилю и техническому состоянию, соответствующих условиям эксплуатации КС. После проведения испытаний основные характеристики пути уточняют и отражают в протоколе испытаний.

Протяженность участка пути для проведения испытаний должна быть не менее 100 км. При испытаниях на полигонах протяженность участка пути может быть меньше.

8.13.6 При ходовых испытаниях производят запись следующих параметров:

амплитуд напряжений в объектах испытаний;

динамических сил, действующих в объектах испытаний, а также их ускорений;

колебаний и взаимных перемещений объектов испытаний и составных частей КС.

8.13.7 До начала испытаний СИ должны быть поверены, приспособления и измерительные схемы проградуированы. Контрольные градуировки проводят до начала и после окончания каждой серии испытаний. Время градуировок, их количество отмечают в таблице результатов градуировки (Приложение А).

8.13.8 Регистрацию результатов измерений проводят при фиксированных скоростях движения в диапазоне эксплуатационных скоростей. Переходить к более высокой скорости движения следует после предварительного анализа результатов измерений, проведенных на предыдущей скорости.

8.13.9 Для измерения (определения) показателей при ходовых испытаниях проводят накопление требуемого объема данных, получаемых из совокупности отдельных реализаций при различных скоростях и режимах движения как на заранее выбранных участках пути, так и на участках пути большой протяженности.

Суммарная продолжительность записей (реализаций) процессов измеряемых показателей в каждом интервале скоростей движения (через 10 - 20 км/ч) должна быть не менее 120 с.

Длина каждой реализации - не менее 12 с.

8.13.10 Перед началом испытаний руководитель испытаний определяет группу показателей (необходимое количество), которые должны быть зарегистрированы одновременно.

Для проведения измерений выполняют следующие операции:

подключают тензорезисторы и другие СИ к соединительным проводам от КС к вагону - лаборатории;

включают СИ и прогревают их (в соответствии с руководством по эксплуатации);

балансируют измерительные каналы;

устанавлвают чувствительность каналов в соответствии с ожидаемым уровнем измеряемых величин;

подают команду на локомотив о начале проведения испытаний;

с пульта управления включают СИ.

в журнале наблюдений записывают номер замера, скорость движения, характеристику участка пути (прямая, кривая, стрелочный перевод, род балласта, вид шпал), направление движения КС, другую информацию, характеризующую место испытаний (Приложение Б);

одновременно с записью фиксируют на осциллограмме отметки времени и оборотов колеса вагона - лаборатории для точного определения скорости движения;

по окончании серии замеров градуируют измерительные каналы (Приложение А);

выполняют привязку реализаций по записям в журнале наблюдений и передают их для дальнейшей обработки и анализа.

8.13.11 Операции по 8.13.10 повторяют до тех пор, пока не будут зарегистрированы все измеряемые показатели.

8.14 Натурные испытания соударением

8.14.1 Испытаниям соударением подвергают полностью оборудованный, экипированный КС. Указанным испытаниям должны предшествовать статические испытания или расчеты на прочность объектов испытаний.

8.14.2 Испытываемый КС должен быть взвешен и оборудован специальной динамометрической автосцепкой, предварительно проградуированной статической нагрузкой на прессе или специальном стенде, другими СИ и вспомогательными приспособлениями в соответствии с рабочей программой испытаний.

Установленные СИ, приспособления и средства их крепления не должны нарушать габарит подвижного состава и препятствовать нормальному взаимодействию составных частей КС.

8.14.3 Для проведения испытаний соударением на участке железнодорожного пути располагают состав-подпор. В его качестве применяют сцеп заторможенных груженых грузовых вагонов или других единиц подвижного состава общей массой не менее 300 т, перемещения которых дополнительно ограничивают упорами (башмаками).

8.14.4 Соударения осуществляют как накатыванием испытываемого КС на подпор, так и вагона-бойка на испытываемый КС, находящийся в голове подпора. Параметры вагона-бойка устанавливают в рабочей программе испытаний. При этом масса вагона-бойка не должна отличаться от служебной массы КС более чем на (15 – 20) %.

8.14.5 Соударения выполняют при скоростях от 2 км/ч с интервалами по (1-2) км/ч до максимальной скорости, создающей нормативную силу удара в автосцепку. В каждом диапазоне скоростей (сил удара) производят не менее пяти ударов.

8.14.6 При испытаниях соударением измеряют и регистрируют:

силу удара в автосцепку;

скорость набегания КС или вагона-бойка;

напряжения в элементах КС;

продольные ускорения рамы, тележки и других составных частей КС;

ход поглощающего аппарата автосцепки.

8.14.7 СИ при испытаниях соударением размещают в вагоне - лаборатории, находящемся на соседнем железнодорожном пути. Первичные преобразователи, установленные на испытываемом КС, соединяют с вагоном - лабораторией посредством кабелей, собранных в один жгут и перемещающихся вместе с КС.

8.14.8 До начала испытаний соударением СИ поверяют, а приспособления и измерительные каналы градуируют.

8.14.9 Перед началом испытаний руководитель испытаний определяет группу показателей (необходимое количество), которые должны быть зарегистрированы одновременно.

Для проведения измерений выполняют следующие операции:

подключают тензорезисторы и другие СИ к соединительным проводам от КС к вагону - лаборатории;

включают СИ и прогревают их (в соответствии с руководством по эксплуатации);

балансируют измерительные каналы;

устанавливают чувствительность каналов в соответствии с ожидаемым уровнем измеряемых величин;

подают команду на локомотив о начале разгона до предполагаемой скорости соударения машинисту локомотива;

за (7 – 8) м до момента соударения машинист затормаживает локомотив.

В этот момент руководитель испытаний дает команду в вагон - лабораторию о начале измерений:

с пульта управления включают СИ. В журнале испытаний соударением записывают схему соударения, номер замера, скорость соударения и силу удара (Приложение В);

по окончании серии замеров градуируют измерительные каналы. При использовании записи осциллографом заполняют таблицу (Приложение Г);

выполняют привязку реализаций по записям в журнале наблюдений и передают их для дальнейшей обработки и анализа.

8.14.10 Операции по 8.14.9 повторяют до тех пор, пока не будут зарегистрированы все измеряемые показатели.

8.14.11 В процессе испытаний соударением проводят систематическое наблюдение за состоянием КС, а после окончания испытаний - его осмотр с оформлением акта по выявленным дефектам (обрыв, изгиб, трещины, поломки, смещения).

8.15 Натурные испытания в рабочем режиме

8.15.1 Испытания в рабочем режиме проводят при подъеме и перемещении грузов в стационарном состоянии и в режиме движения самоходом. Испытаниям подвергают КС, полностью оборудованный, экипированный и в работоспособном состоянии.

8.15.2 На КС устанавливают СИ и приспособления в соответствии с рабочей программой испытаний.

8.15.3 Установленные СИ, приспособления и средства их крепления не должны нарушать габарит подвижного состава и препятствовать нормальному взаимодействию составных частей КС.

8.15.4 При испытаниях в рабочем режиме производят запись параметров по 8.13.6.

8.15.5 Регистрацию параметров при испытании КС в рабочем режиме проводят в процессе выполнения всего цикла рабочих операций.

8.15.6 Перед началом испытаний руководитель испытаний определяет группу показателей (необходимое количество), которые должны быть зарегистрированы одновременно.

Для проведения измерений выполняют следующие операции:

подключают тензорезисторы и другие СИ к соединительным проводам от КС к вагону - лаборатории;

включают СИ и прогревают их (в соответствии с руководством по эксплуатации);

балансируют измерительные каналы;

устанавливают чувствительность каналов в соответствии с ожидаемым уровнем измеряемых величин;

подают команду на испытываемый КС и в вагон-лабораторию о начале проведения испытаний;

с пульта управления включают СИ.

в журнале наблюдений записывают номер замера, цикл рабочей операции, другую информацию, характеризующую место испытаний;

по окончании серии замеров измерительные каналы градуируют;

выполняют привязку реализаций по записям в журнале наблюдений и передают их для дальнейшей обработки и анализа.

8.15.7 В процессе испытаний ведут наблюдение за работой КС, взаимодействием его составных частей, а после окончания испытаний проводят осмотр с выявлением дефектов и составлением акта.

8.15.8 Испытания рессор КС проводят по типовой методике ССФЖТ ЦТ 048-99

8.15.9 Испытания пружин КС проводят по типовой методике СТ ССФЖТ ЦТ-ЦВ-ЦЛ 084-2000

8.15.10 Испытания колесных пар КС проводят по типовой методике СТ ССФЖТ ЦТ 085-2000

9 Порядок обработки данных и оформления результатов испытаний

Обработку результатов испытаний проводят в соответствии с требованиями ОСТ 32.62.

9.1 Результаты испытаний от статических нагрузок обрабатывают либо вручную с использованием микрокалькуляторов при регистрации СИ типа СИИТ-3, либо на ПЭВМ при регистрации СИИТ-2.

В случае обработки вручную статические напряжения $\sigma_{ст}$ (МПа) определяют по формуле:

$$\sigma_{ст} = (\Delta_н - \Delta_0) \cdot K_{гр},$$

где $\Delta_н$ - показания прибора при нагруженном объекте;

Δ_0 - показания прибора при ненагруженном объекте;

$K_{гр}$ - градуировочный коэффициент прибора, МПа/дел.

При работе с системой СИИТ-2 ПЭВМ выдает данные в виде таблиц, в которых указывают номер тензорезистора и величину механических напряжений.

По показаниям розеток тензорезисторов вычисляют величины и направления главных напряжений. Для зон размещения цепочек тензорезисторов строят эпюры напряжений и определяют теоретический коэффициент концентрации как отношение максимальной величины напряжения к ее номинальному значению в рассматриваемой зоне.

Для анализа полученных данных все результаты сводят в таблицы с

указанием номера тензорезистора и значения измеряемого показателя (напряжения, силы, прогиба) при каждом виде нагружения (Приложение Г).

9.2 Результаты натурных ходовых испытаний, испытаний соударением и в рабочем режиме записывают с помощью осциллографов или ПЭВМ. Образец осциллограммы, полученной при ходовых испытаниях, приведен на рисунке 2.

Обработку осциллографических лент производят с помощью масштабной линейки. Методика обработки и определения величин переменных (динамических) напряжений (σ_a, σ_v, $\sigma_{кр}$, σ_y), принимаемых для оценки прочности, изложена в [1].

Результаты обработки сводят в таблицу (Приложение Д).

На рисунке 3 показана осциллограмма ударного процесса при испытании КС соударением.

За фронт удара $\tau_ф$ принимают время, в течение которого происходит нарастание величины ударной нагрузки (силы, напряжения, ускорения) от нуля до максимального значения.

Фронт удара определяет форму ударного импульса:

$\tau_ф = 0.9\,\tau_y$ - для пилообразной формы;

$\tau_ф = 0{,}5\,\tau_y$ - для полусинусоидальной формы;

$\tau_ф = 0{,}1\,\tau_y$ - для трапецеидальной формы.

За длительность ударного импульса τ_y принимают время, в течение которого действуют мгновенные значения нагрузок (P_i) одного знака, удовлетворяющие условию:

$$P_i \geq 0{,}1\,P_y .$$

В случаях, когда амплитуда наложенных колебаний ($P_{нк}$) превышает 5% амплитуды ударного импульса, определяют амплитуду и число периодов наложенных колебаний.

Для наиболее нагруженных точек строят графики зависимостей $\sigma_V = f(V)$ с обозначениями, соответствующими движению по различным участкам пути (рисунок 4), а также $\sigma_y = f(V_y)$ и $P_y = f(V_y)$.

Обработку поученных данных выполняют с помощью стандартных или аттестованных программ на ПЭВМ.

9.3 При анализе данных испытаний на прочность учитывают вероятностную природу показателей прочности и динамических нагрузок, применяют соответствующий аппарат теории вероятностей и проводят оценку рассматриваемых критериев с доверительной вероятностью 0,95.

Методы схематизации процессов нагружения и статистической обработки результатов измерений принимают по ГОСТ 25.101.

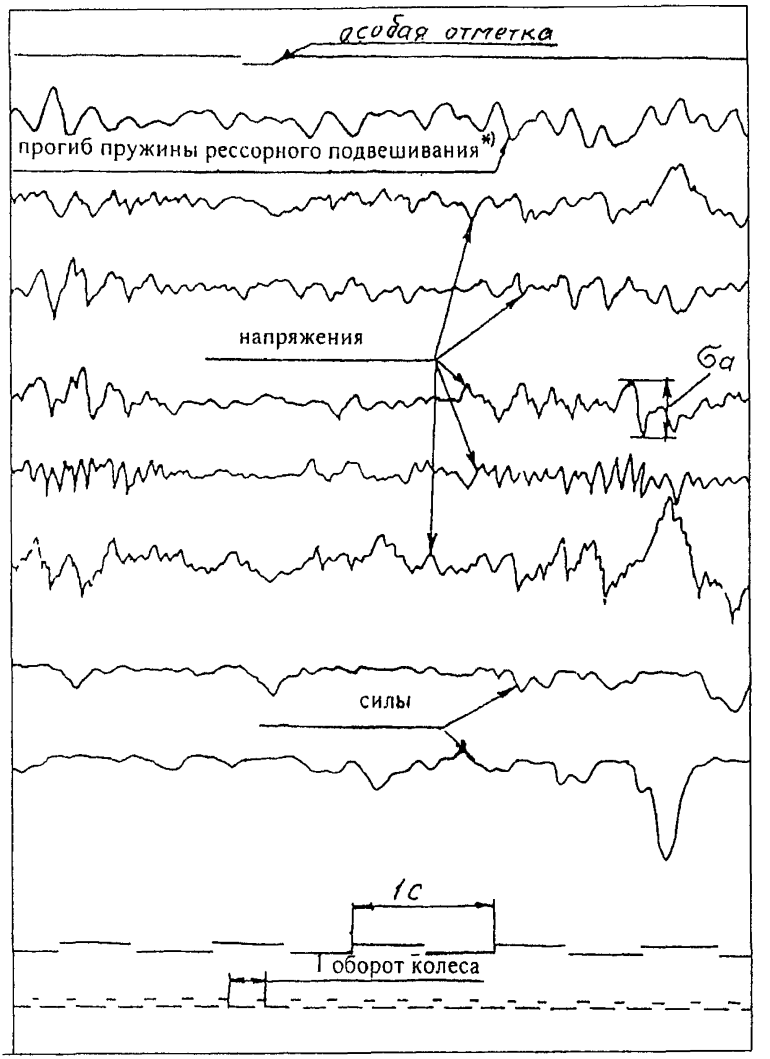

Рисунок 2 – Образец осциллограммы

*) факультативный контрольный параметр динамики экипажа

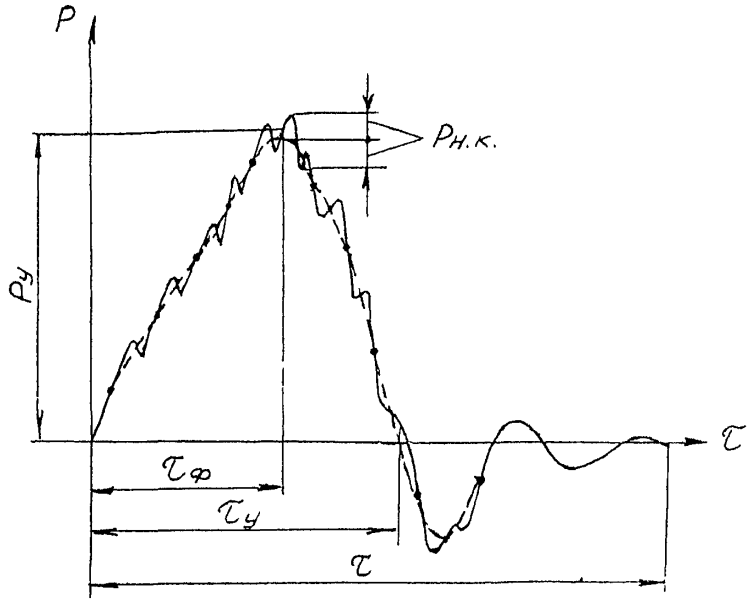

Рисунок 3 – Осциллограмма ударного процесса

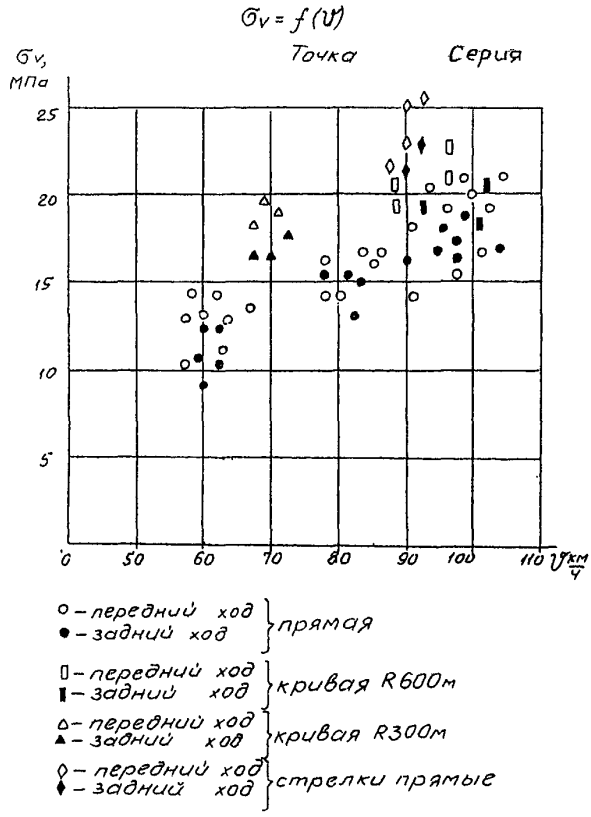

Рис. 4 График зависимости напряжений от скорости

9.4 Выходными параметрами по результатам обработки данных и их анализа являются:

а) при испытаниях от статических нагрузок – механические напряжения ($\sigma_{ст}$) и деформации от различных видов испытательных нагрузок;

б) при ходовых испытаниях (рисунок 2) - амплитуды переменных напряжений - текущие значения ($\sigma_а$) при различных режимах и скоростях движения, расчетное значение при конструкционной или резонансной скоростях движения (σ_v), статическая составляющая напряжений при движении в кривой ($\sigma_{кр}$);

в) при испытаниях соударением (рисунок 3) - параметры удара (сила $P_у$, скорость $V_у$) и ударного импульса (фронт удара $\tau_ф$, длительность τ_1), общая продолжительность ударного процесса τ, напряжения от ударной нагрузки ($\sigma_у$).

9.5 Оценку прочности конструкции по результатам испытаний от статических нагрузок и в рабочем режиме проводят путем сопоставления суммарных напряжений от наиболее невыгодного сочетания одновременно действующих нагрузок с пределом текучести материала.

9.6 Оценку прочности по результатам ходовых испытаний выполняют по коэффициенту запаса сопротивления усталости.

9.7 Оценку прочности по результатам испытаний соударением проводят путем определения коэффициента запаса прочности по отношению к пределу текучести.

При этом учитывают данные визуального осмотра КС (выявленные деформации, повреждения, признаки потери устойчивости элементов несущей металлоконструкции), а также надежность составных частей КС.

9.8 По результатам испытаний составляют протокол испытаний в соответствии с организационно-распорядительной документацией аккредитованного в ССФЖТ испытательного центра (лаборатории).

10 Допустимая погрешность контроля сертификационных показателей

10.1 Точность измерений выражается интервалом, в котором с вероятностью 0,95 находится суммарная или систематическая составляющая погрешности измерений. При статических испытаниях результаты 3-х - 5-ти измерений должны укладываться в 7-10 процентный интервал разброса. За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение выполненных измерений. Если результаты измерений не укладываются в заданный интервал, то определяют причину большого расхождения, и после ее устранения измерения повторяют. Ширину доверительного интервала (ΔX) для математического ожидания измеряемого показателя определя-

ют числом измерений (n), выборочными значениями средней величины (X), средним квадратическим отклонением (S) и вычисляют по формуле:

$$\Delta X = \frac{S}{n} t,$$

где t - коэффициент Стьюдента, который зависит от объема выборки (числа измерений) и заданной доверительной вероятности.

10.2 При ходовых испытаниях оценку прочности проводят по максимальным замеренным амплитудным значениям напряжений в интервале скоростей, отличающихся на ± 5 км/ч от заданной [1]. Резко выделяющиеся значения, искажающие результат, исключают из рассмотрения, исходя из условия:

$$X - \bar{X} \geq 3S,$$

где X - значение напряжения, подвергающееся проверке,

$\bar{X}$ - средняя величина, вычисленная без учета X,

S - среднее квадратическое отклонение (без учета X).

10.3 При оценке погрешности измерений величины напряжения в объекте испытаний учитывают:

погрешность измерений относительной деформации ε, Δε;

влияние поперечной тензочувствительности тензорезисторов, $\Delta\sigma_{уп}$;

погрешность обработки записей, $\Delta\sigma_{обр.}$;

разброс модуля упругости материала E, $\Delta\sigma_E$.

Общая погрешность измерения напряжений определяется как:

$$\Delta\sigma = \pm 3S,$$

где S - среднее квадратическое отклонение общей погрешности, которое может рассматриваться в виде суммы дисперсии составляющих этой погрешности

$$S = \sqrt{\Sigma D_i} = \sqrt{\Sigma (S_i)^2}$$

10.4 Испытательные нагрузки на стендах воспроизводят с погрешностью, не превышающей 5 %.

10.5 Точность оценки показателей прочности объекта испытаний по результатам ходовых испытаний определяется точностью величин, входящих в формулу коэффициента запаса сопротивления усталости.

Точность величины напряжения определяется точностью тензометрирования и находится в пределах 6 %.

Величину предела выносливости определяют по результатам стендовых испытаний элементов объекта на усталость или принимают по справочным данным.

Коэффициенты концентрации напряжений определяют по имеющимся экспериментальным данным или согласно [1].

11 Требования безопасности и охраны окружающей среды

11.1 Все работы по подготовке и проведению испытаний проводят под непосредственным руководством и контролем руководителя испытаний или другого уполномоченного лица с соблюдением общих требований производственной санитарии, правил и инструкций по охране труда и технике безопасности, предусмотренных в промышленности и на железнодорожном транспорте. Участники до начала испытаний проходят инструктаж по технике безопасности. Инструктаж работающих проводят в соответствии с ГОСТ 12.0.004.

11.2 К электромонтажу, наладке и регулировке средств испытаний допускают персонал, подготовленный в соответствии с установленными требованиями. Требования к персоналу, допускаемому к погрузочно-разгрузочным работам, по ГОСТ 12.3.009.

11.3 К работе с измерительно-вычислительными комплексами допускают лиц, прошедших специальную подготовку и изучивших техдокументацию на указанные комплексы.

11.4 Используемые при испытаниях оборудование, оснастка, инструмент и приборы должны находиться в технически исправном состоянии и удовлетворять требованиям ГОСТ 12.2.003. Запрещается работать с приборами со снятыми лицевыми панелями и защитными кожухами. Электрические приборы должны иметь надежное заземление.

11.5 При оборудовании объекта испытаний тензорезисторами и монтаже измерительных схем на большой высоте от пола следует применять устойчивые подставки или лестницы - стремянки.

11.6 Электросварочные работы непосредственно на объекте испытаний следует проводить с соблюдением требований ГОСТ 12.3.003.

11.7 Требования безопасности к погрузке и разгрузке грузов - по ГОСТ 12.3.009, ГОСТ 12.3.020 и [3].

11.8 При движении испытательного поезда, состоящего из КС, локомотивов и одного или нескольких вагонов-лабораторий, на стоянке на станциях, а также при подготовке и осуществлении соударений на железнодорожных путях выполняют требования [2] и других нормативных и распорядительных документов МПС России, определяющих порядок и безопасность на железнодорожном транспорте.

11.9 Доступ посторонних лиц в зону испытаний должен быть исключен.

11.10 Во время испытаний должна обеспечиваться надежная телефонная и радиосвязь между машинистами локомотивов, испытателями на объекте и в вагоне – лаборатории, а также с дежурным по станции.

11.11 Дополнительные требования должны быть изложены в рабочих программах с учетом особенностей испытываемых КС, целей и задач испытаний.

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма таблицы результатов градуировки

Результаты градуировки

Объект_____ Дата_____
Время и место градуировки_____
Серия № _____ Средство измерений_____

№ канала	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ точки										
база датчика, мм										
чувствительность канала										
напряжение, σ, МПа										
Δσ, МПа										
Коэффициент градуировки $K_{гр.}$										

Градуировку производил:

Приложение Б

(рекомендуемое)

Форма журнала наблюдений

Журнал ходовых испытаний

Серия № _____ Дата_____ Объект_____

Место испытания_____

_____

№№ замеров	Скорость, км/ч	Передний ход	Задний ход	Прямая	Кривая R600	Кривая R300	Стрелочный перевод	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Испытатель								
Руководитель испытаний								

Приложение В
(рекомендуемое)

Форма журнала наблюдений

Журнал испытаний на соударение

Схема соударения _____ Дата_____ Объект_____
Место испытания_____

№№ замеров	Скорость соударения, км/ч	Сила удара, кН	Ход поглощающего аппарата, мм	Примечание
1	2	3	4	5

Испытатель
Руководитель испытаний

Приложение Г
(рекомендуемое)

Форма таблицы статических напряжений

№ пп	№ сечения	канал	№ тензорезистора	Напряжения, МПа							
				Варианты							
				Сжатие, кН				Растяжение, кН			
				250	500	1000	1500	250	500	1000	1500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	I	0									
2	II	1									
3	III	2									
4	IV	3									
5	V	4									
6	VI	5									

Приложение Д
(рекомендуемое)

Форма таблицы динамических напряжений

Таблица динамических напряжений

Объект_____ Дата_____
Серия №_____ Осциллограф_____

№ замера	Скорость км/ч	Режим движения	№ тензорезистора $к_{гр.}$=		№ тензорезистора $к_{гр.}$=		№ тензорезистора $к_{гр.}$=		№ тензорезистора $к_{гр.}$=		№ тензорезистора $к_{гр.}$=	
			α/2	σ	α/2	σ	α/2	σ	α/2	σ	α/2	σ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Приложение Е

(информационное)

Библиография

[1] Технические требования на проектирование и изготовление сварных конструкций локомотивных тележек - ВНИИЖТ, Москва, 1970 г.

[2] Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации, Москва, "Транспорт", 1999 г.

[3] Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, Госгортехнадзор России, Москва, НПО ОБТ, 1993 г.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изме-нение	Номера листов (страниц)				Номер доку-мента	Под-пись	Дата	Срок вве-дения из-менения
	изме-нен-ных	заме-нен-ных	но-вых	аннули-рован-ных				
1	2	3	4	5	6	7	8	9

gost.e-ecolog.ru