
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
*(проект,
первая редакция)*

Дороги автомобильные общего пользования

МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ

**Методы испытаний листового металлопроката для
стальных элементов**

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

Москва
Российский институт стандартизации
2024

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Мастерская Мостов» (ООО «Мастерская Мостов»), Акционерным обществом «Уральская Сталь» (АО «Уральская Сталь»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 418 «Дорожное хозяйство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от №

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

© Оформление ФГБУ «РСТ», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1	Область применения.....
2	Нормативные ссылки
3	Термины и определения
4	Обозначения и сокращения.....
5	Общие требования
6	Объем испытаний
7	Методы испытаний и исследований
8	Методы отбора образцов и подготовка проб
9	Параметры модельных образцов.....
10	Требования к средствам контроля (измерений), аппаратуре, материалам, реактивам и растворам, а также к вспомогательным устройствам.....
11	Порядок подготовки и проведения испытаний
12	Правила обработки результатов испытаний.....
13	Правила оформления результатов испытаний
14	Точность методов испытаний.....
	Приложение А (рекомендуемое) Программа комплексных испытаний листового металлопроката.....
	Приложение Б (рекомендуемое) Критерии соответствия основных физико-механических и технологических свойств листового проката.....
	Приложение В (справочное) Типовая структура жизненного цикла создания опытных конструкций.....
	Приложение Г (рекомендуемое) Методика проведения испытаний сварных модельных образцов коробчатого сечения на сопротивление усталости.....
	Приложение Д (рекомендуемое) Методика проведения испытаний сварных модельных образцов коробчатого сечения на хладостойкость ударной нагрузкой
	Приложение Е (рекомендуемое) Методики проведения ускоренных

ГОСТ Р (проект, первая редакция)

испытаний на стойкость к атмосферной коррозии.....

Приложение Ж (справочное) Методика определения

экспериментальных эффективных коэффициентов

концентрации напряжений β

Приложение И (рекомендуемое) Сварной модельный образец для

испытаний на сопротивление усталости.....

Приложение К (рекомендуемое) Сварной модельный образец для

испытаний на хладостойкость ударной нагрузкой

Приложение Л (рекомендуемое) Обработка результатов

усталостных испытаний методом прямолинейной

корреляции

Библиография

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Дороги автомобильные общего пользования
МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ**

**Методы испытаний листового металлопроката для стальных
элементов**

Automobile roads of general use. Bridge constructions.
Test methods for sheet metal for steel elements

Дата введения – 20__ – __ – __

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к методам испытаний листового металлопроката для стальных элементов мостовых сооружений расположенных на автомобильных дорогах общего пользования (далее – автомобильные дороги), в том числе при прохождении автомобильных дорог по территории населенных пунктов.

Настоящий стандарт предназначен для применения в организациях занятых производством металлопроката для мостостроения, в органах управления дорожным хозяйством, проектных, научно-исследовательских и других специализированных организациях.

Требования стандарта распространяются на листовую металлопрокат для стальных элементов мостовых сооружений, эксплуатируемых в климатических зонах, соответствующих обычному и северному исполнению, и в районах с расчетной сейсмичностью до 9 баллов включительно.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 9.908 Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости

ГОСТ 9.909 Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы, сплавы, покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы испытаний на климатических испытательных станциях

ГОСТ 25.502–79 Расчеты испытаний на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний металлов. Метод испытания на усталость

ГОСТ 1497 (ИСО 6892–84) Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 2789 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 2999 Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу

ГОСТ 5639 Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна

ГОСТ 5640 Металлографический метод оценки микроструктуры проката стального плоского

ГОСТ 6032 (ISO 3651-1:1998, ISO 3651-2:1998) Стали и сплавы коррозионно-стойкие. Методы испытаний на стойкость против межкристаллитной коррозии

ГОСТ 6996–66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ 7268 Сталь. Метод определения склонности к

механическому старению по испытанию на ударный изгиб

ГОСТ 7564 Прокат. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний

ГОСТ 7565 (ИСО 377-2–89) Чугун, сталь и сплавы. Метод отбора проб для определения химического состава

ГОСТ 7566Metalлопродукция. Правила приемки, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

ГОСТ 9454 Металлы. Метод испытаний на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах

ГОСТ 10243–75 Сталь. Методы испытаний и оценки макроструктуры

ГОСТ 12344 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения углерода

ГОСТ 12359 (ИСО 4945–77) Стали углеродистые, легированные и высоколегированные. Методы определения азота

ГОСТ 14019 (ИСО 7438:1985) Материалы металлические. Метод испытания на изгиб

ГОСТ 17745 Стали и сплавы. Методы определения газов

ГОСТ 18895 Сталь. Метод фотоэлектрического спектрального анализа

ГОСТ 22536.0 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Общие требования к методам анализа

ГОСТ 22536.1 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения общего углерода и графита

ГОСТ 22536.2 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения серы

ГОСТ 22536.3 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения фосфора

ГОСТ 22536.4 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения кремния

ГОСТ Р (проект, первая редакция)

ГОСТ 22536.5 (ИСО 629–82) Сталь углеродистая и чугун
нелегированный. Методы определения марганца

ГОСТ 22536.6 Сталь углеродистая и чугун нелегированный.
Методы определения мышьяка

ГОСТ 22536.7 Сталь углеродистая и чугун нелегированный.
Методы определения хрома

ГОСТ 22536.8 Сталь углеродистая и чугун нелегированный.
Методы определения меди

ГОСТ 22536.9 Сталь углеродистая и чугун нелегированный.
Методы определения никеля

ГОСТ 22536.10 Сталь углеродистая и чугун нелегированный.
Методы определения алюминия

ГОСТ 22536.11 Сталь углеродистая и чугун нелегированный.
Методы определения титана

ГОСТ 22536.12 Сталь углеродистая и чугун нелегированный.
Методы определения ванадия

ГОСТ 22536.13 Сталь углеродистая и чугун нелегированный.
Методы спектрального анализа

ГОСТ 22536.14 Сталь углеродистая и чугун нелегированный.
Метод определения циркония

ГОСТ 23338 Сварка металлов. Методы определения содержания
диффузного водорода в наплавленном металле и металле шва

ГОСТ 26388 Сварные соединения. Методы испытаний на
сопротивляемость образованию холодных трещин при сварке
плавлением

ГОСТ 27751 Надежность строительных конструкций и оснований.
Основные положения

ГОСТ 27772–2021 Прокат для строительных стальных
конструкций. Общие технические условия

ГОСТ 27809 Чугун и сталь. Методы спектрографического анализа

ГОСТ 28473 Чугун, сталь, ферросплавы, хром, марганец
металлические. Общие требования к методам анализа

ГОСТ 28870 Сталь. Методы испытания на растяжение
толстолистового проката в направлении толщины

ГОСТ 30456Metalлопродукция. Прокат листовой и трубы
стальные. Методы испытания на ударный изгиб

ГОСТ 34061 (ISO 3690:2012) Сварка и родственные процессы.
Определение содержания водорода в наплавленном металле и металле
шва дуговой сварки

ГОСТ Р ИСО 3951-1 Статистические методы. Процедуры
выборочного контроля по количественному признаку. Часть 1.
Требования к одноступенчатым планам на основе AQL при контроле
последовательных партий по единственной характеристике и
единственному AQL

ГОСТ Р ИСО 3951-2 Статистические методы. Процедуры
выборочного контроля по количественному признаку. Часть 2. Общие
требования к одноступенчатым планам на основе AQL при контроле
последовательных партий по независимым характеристикам качества

ГОСТ Р ИСО 3951-3 Статистические методы. Процедуры
выборочного контроля по количественному признаку. Часть 3.
Двухступенчатые схемы на основе AQL для контроля последовательных
партий

ГОСТ Р ИСО 3951-4 Статистические методы. Процедуры
выборочного контроля по количественному признаку. Часть 4.
Процедуры оценки заявленного уровня качества

ГОСТ Р ИСО 3951-5 Статистические методы. Процедуры
выборочного контроля по количественному признаку. Часть 5.
Последовательные планы на основе AQL для известного стандартного
отклонения

ГОСТ Р 9.905–2007 (ИСО 7384:2001, ИСО 11845:195) Единая

ГОСТ Р (проект, первая редакция)

система защиты от коррозии и старения. Методы коррозионных испытаний. Общие требования

ГОСТ Р 9.907–2007 (ИСО 8407:1991) Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы, сплавы, покрытия металлические Методы удаления продуктов коррозии после коррозионных испытаний

ГОСТ Р 50424 Сталь и чугун. Метод определения кальция

ГОСТ Р 50779.29 (ИСО 16269-6:2014) Статистические методы. Статистическое представление данных. Часть 6. Определение статистических толерантных интервалов

ГОСТ Р 53845–2010 Прокат стальной. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний

ГОСТ Р 54153 Сталь. Метод атомно-эмиссионного спектрального анализа

ГОСТ Р 56143 Испытания разрушающие сварных швов металлических материалов. Испытания на сопротивляемость образованию холодных трещин в сварных соединениях. Процессы дуговой сварки. Часть 3. Испытания с приложением внешней нагрузки

ГОСТ Р 57180 Соединения сварные. Методы определения механических свойств, макроструктуры и микроструктуры

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после

утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

1 временное сопротивление (предел прочности): Механическое напряжение, выше которого происходит разрушение материала.

2 выносливость: Свойство материала противостоять усталости.

3 газовый пузырь: Дефект поверхности в виде локализованного вспучивания металла, образующегося на поверхности листа из-за повышенного местного загрязнения металла газами или неметаллическими включениями.

4 излом: Поверхность, образовавшаяся в результате разрушения (разлома) образца, детали или изделия.

5 концентрация напряжений: Явление возникновения повышенных местных напряжений в областях резких изменений формы упругого тела, а также в зонах контакта деталей.

6

коррозионная стойкость: Способность металла сопротивляться коррозионному воздействию среды

[ГОСТ 5272-68*, пункт 8]

надрывы: Дефект поверхности в виде поперечных несквозных разрывов на тонких листах, образующихся при прокатке в местах забоин, углублений от зачистки, раскатанных загрязнений и окалины.

[ГОСТ 21014 – 88, пункт 26]

подусадочная рыхлота: Дефект в виде одной или нескольких темных полос с грубослоистой структурой, часто сопровождающихся порами, шлаковыми включениями.

[ГОСТ 10243 – 75, приложение 4, пункт 4]

9 пластичность: Способность материала без разрушения получать большие остаточные деформации.

10 предел текучести: Максимальная нагрузка, которую можно приложить к конструкции без ее деформации и последующего разрушения.

11 свариваемость: Свойство металлов или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки неразъемное соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

12 ударная вязкость: Способность материала поглощать механическую энергию в процессе деформации и разрушения под действием ударной нагрузки.

усадочная раковина: Дефект в виде открытой или закрытой полости с грубой шероховатой иногда окисленной поверхностью, образовавшейся вследствие усадки при затвердевании металла.

[ГОСТ 19200 – 80, пункт 33]

14 хладостойкость: Это способность материалов, элементов, конструкций и их соединений сопротивляться хрупким разрушениям при низких температурах окружающей среды.

15 эквивалент углеродный (C_3): Показатель свариваемости в процентах, установленное значение которого гарантирует отсутствие холодных трещин при сварке, выраженный в виде приведения к массовой доле углерода суммы массовых долей углерода, марганца, хрома, ванадия, молибдена, меди и никеля.

4 Обозначения и сокращения

4.1 В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

Ψ_z – относительное сужение при испытании на растяжение в направлении толщины проката (z – направление)

δ_5 – относительное удлинение

$\rho = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$ – коэффициент асимметрии цикла при испытаниях на

выносливость

σ_B – временное сопротивление (предел прочности)

σ_{Bz} – временное сопротивление при испытании на растяжение в направлении толщины проката (z – направление)

σ_{\max} – наибольшее нормальное напряжение

σ_{\min} – наименьшее нормальное напряжение

σ_{rk} – ограниченной предел выносливости для стали образца с концентратором напряжений при $\rho = r$, где r – выбранный режим нагружения

σ_T – предел текучести

σ_{-1} – ограниченный предел выносливости для стали эталонного образца при $\rho = -1$

4.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

HV – твердость по Виккерсу

KCU – ударная вязкость на образцах с концентратором вида U

KCV – ударная вязкость на образцах с концентратором вида V

ЗТВ – зона термического влияния

КДУР – кинетическая диаграмма усталостного разрушения

НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

5 Общие требования

5.1 Своевременное исключение негативных параметров в свойствах листового металлопроката для стальных элементов мостовых сооружений осуществляется проведением комплексных испытаний опытных партий проката с разными группами толщин в разных состояниях поставки для определения и оценки:

- механических, физических и технологических свойств;

- анизотропии и сплошности вдоль, поперек и в направлении толщины проката;

- качества сварных соединений на образцах, выполненных по стандартной технологии (заводская и монтажная технологии сварки), оценки влияния сварки на структуру околошовной зоны сварного соединения;

- выносливости на стандартных и сварных образцах при испытании на многоцикловую усталость;

- выносливости при испытании на многоцикловую усталость сварных модельных образцов;

- хладостойкости ударной нагрузкой при испытаниях сварных модельных образцов;

- коррозионной стойкости к атмосферной коррозии;

- и других свойств (параметров) в соответствии с приложением А (таблица А.1).

5.2 Комплексные испытания листового металлопроката проводят в соответствии с программой испытаний. Программа испытаний приведена в приложении А.

5.3 Критерии соответствия основных физико-механических и технологических свойств листового проката требованиям нормативных документов и методикам испытаний, при которых обеспечивается соблюдение требований надежности и долговечности в соответствии с ГОСТ 27751, приведены в приложении Б.

5.4 После проведения цикла испытаний в соответствии с приложением А и установления критериев соответствия физико-механических и технологических свойств опытных партий листового металлопроката требованиям нормативных документов и методикам испытаний настоящего стандарта, требуется его проверка в опытных конструкциях в порядке, предусмотренном законодательством Российской Федерации в области технического регулирования.

Типовая структура жизненного цикла создания опытных конструкций мостовых сооружений приведена в приложении В.

6 Объем испытаний

6.1 Объем обязательных испытаний листового металлопроката подразделяют на четыре группы для толщин в диапазоне от 8 до 50 мм включительно.

Семь групп толщин проката в диапазоне от 51 до 110 мм включительно испытываются в индивидуальном порядке с учетом их потребности для применения в стальных элементах мостовых сооружений.

Группы испытаний листового металлопроката по толщине приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Группы испытаний листового металлопроката по толщине

Группа испытаний	Диапазон толщин, мм	Проверяемые толщины, мм
Обязательные испытания листового проката для толщин 8–50 мм		
1	8–14	12, 14
2	15–24	16, 20
3	25–39	25, 32
4	40–50	40, 50
Индивидуальные испытания проката для толщин 51–110 мм		
5	51–60	55, 60
6	61–70	70
7	71–80	80
8	81–90	90
9	91–100	100
10	101–110	110
<p>Примечание – Проверяемые толщины по группам исследований 1–4 являются обязательными. Для групп исследований 5–10 результаты испытания листового металлопроката распространяются только на толщину фактически испытанного проката и на меньшие толщины внутри каждой группы толщин.</p>		

6.2 Объем испытаний назначается исходя из того, что полученные результаты являются необходимыми и достаточными для подтверждения требуемого уровня надёжности обеспечения механических свойств согласно ГОСТ 27751 и на основе статистических данных металлургических заводов изготовителей проката предусматривающий в том числе:

- установление статистического закона распределения механических свойств;

- оценку статистических параметров этого распределения;

- с целью обеспечения стабильности механических свойств определение и согласование с производителями листового металлопроката параметров статистического выборочного производственного контроля качества, включая объёмы выборок, доверительные интервалы и доверительную вероятность (уровень значимости) выборочных средних значений и стандартного отклонения;

- разработку рекомендаций по выборочному приёмочному контролю качества проката на основе методов, предусмотренных серией ГОСТ Р ИСО 3951-1 – ГОСТ Р ИСО 3951-5 или ГОСТ Р 50779.29.

6.3 Результаты значений механических свойств полученных при проведении комплексных исследований опытных партий листового металлопроката не являются браковочным признаком в течение 5 лет с даты их проведения и являются достаточными исходными данными для опытного проектирования стальных элементов мостовых сооружений. После проверки листового металлопроката в опытных конструкциях мостовых сооружений в порядке, предусмотренном законодательством Российской Федерации в области технического регулирования и принятии окончательного решения о его внедрении в мостостроение, требования к выборке и статистике распределений выполнять применительно к методике ГОСТ 27772–2021 (приложение А, раздел А.3).

Уточнение принятых для опытного проектирования нормативных характеристик металлопроката обязательно для их дальнейшего включения в нормативные документы по проектированию стальных элементов мостовых сооружений.

6.4 Обеспеченность вероятности нормативных значений предела текучести, временного сопротивления и относительного удлинения в каждой партии листового проката должна быть не ниже 0,95.

Заданная вероятность выполнения норм предела текучести, временного сопротивления и относительного удлинения каждой партии и всего объема поставляемого проката достигается статистической оценкой уровня и неоднородности свойств при определенном технологическом процессе, а также процедурой контроля осуществляемой производителем листового проката.

Выборка должна быть представительной и включать в себя все результаты первичных испытаний за достаточно длительный промежуток времени (не менее полугода), в течение которого технологический процесс не претерпевал направленных изменений (смена агрегатов, способов разливки, изменение сырья, развеса слитка, температурного режима прокатки и т.п.). Минимальный объем выборки $N - 250$ партий плавков.

Для получения представительных выборок возможна группировка разных размеров в одну совокупность с проверкой неоднородности общей выборки с использованием критерия Стьюдента или критерия Бартлетта.

7 Методы испытаний и исследований

7.1 В настоящем стандарте применены методы испытаний и исследований согласно ГОСТ 9.605, ГОСТ 9.909, ГОСТ 25.502, ГОСТ 1497, ГОСТ 2999, ГОСТ 5639, ГОСТ 5640, ГОСТ 6996, ГОСТ 7268, ГОСТ 9454, ГОСТ 10243, ГОСТ 12359, ГОСТ 14019, ГОСТ 18895, ГОСТ 22536.0 – ГОСТ 22536.14, ГОСТ 23338, ГОСТ 26388, ГОСТ 27809, ГОСТ 28473, ГОСТ 28870, ГОСТ 30456, ГОСТ 34061, ГОСТ Р 50424, ГОСТ Р 54153, ГОСТ Р 56143, ГОСТ Р 57180.

7.2 Методика проведения испытаний сварных модельных образцов коробчатого сечения на сопротивление усталости приведена в приложении Г.

7.4 Методика проведения испытаний сварных модельных образцов коробчатого сечения на хладостойкость ударной нагрузкой приведена в приложении Д.

7.5 Методики проведения ускоренных испытаний на стойкость к атмосферной коррозии приведена в приложении Е.

7.6 Методика определения экспериментальных эффективных коэффициентов концентрации напряжений β для образцов со сварными стыковыми швами приведена в приложении Ж.

8 Методы отбора образцов и подготовка проб

8.1 В настоящем стандарте применены методы отбора образцов и проб согласно ГОСТ 9.905, ГОСТ 25.502, ГОСТ 1497, ГОСТ 2999, ГОСТ 5639; ГОСТ 5640, ГОСТ 6996, ГОСТ 7564; ГОСТ 7565, ГОСТ 9454; ГОСТ 10243, ГОСТ 17260, ГОСТ 23338, ГОСТ 26388, ГОСТ 28870, ГОСТ 34061, ГОСТ Р 53845, ГОСТ Р 56143, ГОСТ Р 57180.

8.2 Размеры образцов для проведения ускоренных испытаний на стойкость к атмосферной коррозии приведена в приложении Е.

8.3 Размеры образцов для испытания на изгиб широких проб принимать в соответствии с приложением А (таблица А.2).

8.4 Размеры и глубину надреза образцов для испытания на излом принимать в соответствии с приложением А (таблица А.4).

8.5 Размеры образцов из листового проката в состоянии поставки и образцы со сварными стыковыми соединениями для испытания на усталостную прочность принимать в соответствии с приложением А (таблица А.6).

8.6 Методы испытаний, схемы отбора образцов из контрольных сварных технологических проб, а также организацию неразрушающего контроля качества сварки рекомендуется проводить по методикам [1, приложение Е], [2, приложение И].

Окончательную обработку образцов следует выполнять механическим способом с принятием мер, предупреждающих поверхностное упрочнение или чрезмерный нагрев металла. На поверхности образца не должно быть рисок или надрезов, расположенных поперек его продольной оси. Резка образцов на ножницах не допускается.

9 Параметры модельных образцов

9.1 Сварной модельный образец для испытаний на сопротивление усталости приведен в приложении Г.

9.2 Сварной модельный образец для испытаний на хладостойкость ударной нагрузкой приведен в приложении Д.

10 Требования к средствам контроля (измерений), аппаратуре, материалам, реактивам и растворам, а также к вспомогательным устройствам

В настоящем стандарте применены требования к средствам контроля (измерений), аппаратуре, материалам, реактивам и растворам, а также к вспомогательным устройствам согласно ГОСТ 9.905, ГОСТ 9.909, ГОСТ 25.502, ГОСТ 1497, ГОСТ 2999, ГОСТ 5639, ГОСТ 5640, ГОСТ 6996, ГОСТ 7268, ГОСТ 9454, ГОСТ 10243, ГОСТ 12359, ГОСТ 14019, ГОСТ 18895, ГОСТ 22536.0 – ГОСТ 22536.14, ГОСТ 23338, ГОСТ 26388, ГОСТ 27809, ГОСТ 28473, ГОСТ 28870, ГОСТ 30456, ГОСТ 34061, ГОСТ Р 50424, ГОСТ Р 54153, ГОСТ Р 56143, ГОСТ Р 57180.

11 Порядок подготовки и проведения испытаний

11.1 В настоящем стандарте применен порядок подготовки и проведения испытаний согласно ГОСТ 9.905, ГОСТ 9.909, ГОСТ 25.502, ГОСТ 1497, ГОСТ 2999, ГОСТ 5639, ГОСТ 5640, ГОСТ 6996, ГОСТ 7268, ГОСТ 9454, ГОСТ 10243, ГОСТ 12359, ГОСТ 14019, ГОСТ 18895, ГОСТ 22536.0 – ГОСТ 22536.14, ГОСТ 23338, ГОСТ 26388, ГОСТ 27809, ГОСТ 28473, ГОСТ 28870, ГОСТ 30456, ГОСТ Р 50424, ГОСТ Р 54153, ГОСТ Р 56143, ГОСТ Р 57180.

11.2 Порядок подготовки и проведения испытаний сварных модельных образцов коробчатого сечения на сопротивление усталости приведены в приложении Г.

11.3 Порядок подготовки и проведения испытаний сварных модельных образцов коробчатого сечения на хладостойкость ударной нагрузкой приведены в приложении Д.

ГОСТ Р (проект, первая редакция)

11.4 Порядок подготовки и проведения испытаний ускоренных испытаний на стойкость к атмосферной коррозии приведены в приложении Е.

12 Правила обработки результатов испытаний

12.1 В настоящем стандарте применены правила обработки результатов испытаний согласно ГОСТ 9.905, ГОСТ 9.909, ГОСТ 25.502, ГОСТ 1497, ГОСТ 2999, ГОСТ 5639, ГОСТ 5640, ГОСТ 6996, ГОСТ 7268, ГОСТ 9454, ГОСТ 10243, ГОСТ 12359, ГОСТ 14019, ГОСТ 18895, ГОСТ 22536.0 – ГОСТ 22536.14, ГОСТ 23338, ГОСТ 26388, ГОСТ 27809, ГОСТ 28473, ГОСТ 28870, ГОСТ 30456, ГОСТ Р 50424, ГОСТ Р 54153, ГОСТ Р 56143, ГОСТ Р 57180.

12.2 Правила обработки результатов усталостных испытаний приведены в приложении Л.

13 Правила оформления результатов испытаний

13.1 В настоящем стандарте применены правила оформления результатов испытаний согласно ГОСТ 9.909, ГОСТ 25.502, ГОСТ 1497, ГОСТ 2999, ГОСТ 5639, ГОСТ 5640, ГОСТ 6996, ГОСТ 7268, ГОСТ 9454, ГОСТ 10243, ГОСТ 12359, ГОСТ 14019, ГОСТ 18895, ГОСТ 22536.0 – ГОСТ 22536.14, ГОСТ 23338, ГОСТ 26388, ГОСТ 27809, ГОСТ 28473, ГОСТ 28870, ГОСТ 30456, ГОСТ Р 50424, ГОСТ Р 54153, ГОСТ Р 56143, ГОСТ Р 57180.

13.2 Правила оформления результатов усталостных испытаний приведены в приложении Л.

14 Точность методов испытаний

14.1 В настоящем стандарте приняты критерии точности результатов испытаний согласно ГОСТ 9.909, ГОСТ 25.502; ГОСТ 1497, ГОСТ 2999, ГОСТ 5639, ГОСТ 5640, ГОСТ 6996, ГОСТ 7268, ГОСТ 9454, ГОСТ 10243, ГОСТ 12359, ГОСТ 14019, ГОСТ 18895, ГОСТ 22536.0 – ГОСТ 22536.14, ГОСТ 23338, ГОСТ 26388, ГОСТ 27809, ГОСТ 28473, ГОСТ 28870, ГОСТ 30456, ГОСТ Р 50424, ГОСТ Р 54153, ГОСТ Р 56143, ГОСТ Р 57180.

Приложение А

(рекомендуемое)

Программа комплексных испытаний листового металлопроката

А.1 Этапы выполняемых работ, наименование испытаний, количество образцов на одну марку стали и одно состояние поставки от каждого контрольного листа проката, ссылки на нормативные документы и методики испытаний настоящего стандарта приведены в таблице А.1.

А.2 Для испытаний исследуемого прокатного листа следует вырезать заготовку размером:

- 1200x2500 мм (для листов толщиной 12, 14, 16, 20 мм);
- 1400x2000 мм (для листов толщиной 25, 32 мм);
- 1800x2000 мм (для листов толщиной 40, 50 мм).

На верхней поверхности каждой заготовки должно быть нанесено направление прокатки, и маркировка верхней поверхности исходного контрольного прокатного листа.

Образцы для механических и технологических испытаний следует отбирать согласно ГОСТ 7564, ГОСТ Р 53845.

Если при вырезке проб, заготовок для образцов и/или испытательных образцов избежать удаления маркировки невозможно, ее следует перенести или нанести заново при изготовлении испытательного образца на автоматизированном оборудовании.

При использовании для изготовления испытательных образцов и проведения испытаний полностью автоматизированного оборудования маркировку на пробы, заготовки для образцов и испытательные образцы можно не наносить, поскольку в этом случае применяют контрольную систему, исключающую ошибочные результаты.

При отборе проб (заготовок для образцов) и испытательных образцов должны быть обеспечены условия, предохраняющие испытательные образцы от влияния нагрева и наклепа.

Примечания

1 Технологические процессы изготовления листового проката могут не обеспечивать однородность структуры металла. Поэтому механические свойства проката по пробам, отобраным в разных местах продукции, могут быть различными.

2 Размеры заготовки для толщин проката 51–110 мм вырезают как для толщины 50 мм.

Таблица А.1

№ этапа работ	Наименование испытаний	Количество образцов на одну марку стали и одно состояние поставки от каждого контрольного листа проката								Нормативный документ
		Толщина листового проката, мм								
		12	14	16	20	25	32	40	50	
1	Испытания механических и технологических свойств									
1.1	Отбор проб, изготовление образцов и испытания механических и технологических свойств									ГОСТ 7564 ГОСТ Р 53845 ¹⁾
1.2	Статическое растяжение плоских образцов вдоль проката	19	19	19	19	19	19	19	19	ГОСТ 1497
1.3	Статическое растяжение плоских образцов поперек проката	19	19	19	19	19	19	19	19	
1.4	Статическое растяжение цилиндрических образцов в направлении толщины проката (Z – свойства)	–	–	–	19	19	19	19	19	ГОСТ 28870
1.5	Статический изгиб широкой пробы	6	6	6	6	6	6	6	6	ГОСТ 14019
1.6	На излом (поперек проката из середины листа) и для определения волокнистости излома (количества вязкой составляющей)	4	4	4	4	4	4	4	4	ГОСТ 30456 ГОСТ 10243
1.7	Ударный изгиб на образцах с концентратором вида U (КСU) поперек проката	19	19	19	19	19	19	19	19	ГОСТ 9454
1.8	Ударный изгиб на образцах с концентратором вида U (КСU) вдоль проката	19	19	19	19	19	19	19	19	
1.9	Ударный изгиб на образцах с концентратором вида V (КСV) поперек проката	19	19	19	19	19	19	19	19	
1.10	Ударный изгиб на образцах с концентратором вида V (КСV) вдоль проката	19	19	19	19	19	19	19	19	
1.11	Ударный изгиб на образцах с концентратором вида U (КСU) после механического старения поперек проката	19	19	19	19	19	19	19	19	ГОСТ 7268
1.12	Ударный изгиб на образцах с концентратором вида U (КСU) после механического старения вдоль проката	19	19	19	19	19	19	19	19	

ГОСТ Р (проект, первая редакция)
Продолжение таблицы А.1

№ этапа работ	Наименование испытаний	Количество образцов на одну марку стали и одно состояние поставки от каждого контрольного листа проката								Нормативный документ
		Толщина листового проката, мм								
		12	14	16	20	25	32	40	50	
2	Химический анализ									
2.1	Отбор проб для проведения химического анализа									ГОСТ 7565
2.2	Химический анализ пробы	1	1	1	1	1	1	1	1	ГОСТ 12359 ГОСТ 12344 ГОСТ 17745 ГОСТ 18895 ГОСТ 22536.0– –ГОСТ 22536.14 ГОСТ 27809 ГОСТ 28473 ГОСТ Р 50424 ГОСТ Р 54153
3	Исследование микроструктуры									
3.1	Отбор образцов для исследования микроструктуры по одному образцу из середины и у края листа	2	2	2	2	2	2	2	2	ГОСТ 5639 ГОСТ 5640
3.2	Исследование микроструктуры	2	2	2	2	2	2	2	2	
4	Исследование твердости									
4.1	Отбор образцов для исследования твердости									ГОСТ 2999
4.2	Исследование твердости по Виккерсу (HV) по одному образцу из середины и у края листа	2	2	2	2	2	2	2	2	

Продолжение таблицы А.1

№ этапа работ	Наименование испытаний	Количество образцов на одну марку стали и одно состояние поставки от каждого контрольного листа проката								Нормативный документ
		Толщина листового проката, мм								
		12	14	16	20	25	32	40	50	
5	Комплексное исследование сварных соединений									
5.1	Испытание металла различных участков сварного стыкового соединения и наплавленного металла на статическое (кратковременное) растяжение (образец тип II)	4	4	4	4	4	4	4	4	ГОСТ 6996
5.2	Испытание наплавленного металла сварного таврового соединения на статическое (кратковременное) растяжение (образец тип II для катета 8 мм; образец тип II для катета 12 мм)	3	–	3	3	–	3	3	–	
5.3	Испытание сварного стыкового соединения на статическое растяжение (образец тип XII)	4	4	4	4	4	6	6	6	
5.4	Испытание сварного стыкового соединения на статический изгиб (образец тип XXVII)	3	3	3	3	3	3	3	3	
5.5	Испытание сварного стыкового соединения на ударный изгиб KCV по линии сплавления (образец тип IX)	6	6	6	6	6	12	12	12	
5.6	Испытание сварного таврового соединения на ударный изгиб KCV по линии сплавления (образец тип XI)	3	–	3	3	–	4	4	–	

ГОСТ Р (проект, первая редакция)
Продолжение таблицы А.1

№ этапа работ	Наименование испытаний	Количество образцов на одну марку стали и одно состояние поставки от каждого контрольного листа проката								Нормативный документ
		Толщина листового проката, мм								
		12	14	16	20	25	32	40	50	
5.7	Испытание сварного стыкового соединения на ударный изгиб KCV по зоне термического влияния на расстоянии 5 мм от линии сплавления (образец тип IX)	6	6	6	6	6	12	12	12	ГОСТ 6996
5.8	Испытание металла различных участков сварного стыкового соединения на стойкость против механического старения (образец тип IX)	6	6	6	6	6	12	12	12	
5.9	Измерение твердости по Виккерсу (HV) различных участков сварного стыкового соединения и наплавленного металла	3	3	3	3	3	6	6	6	
5.10	Измерение твердости по Виккерсу (HV) различных участков сварного таврового соединения и наплавленного металла	3	–	3	3	–	3	3	–	
5.11	Испытание на сопротивляемость образованию холодных трещин в сварных стыковых соединениях	3	3	3	3	3	6	6	6	ГОСТ 26388 ГОСТ Р 56143
5.12	Определение содержания диффузного водорода в наплавленном металле и металле шва сварных соединений	3	3	3	3	3	6	6	6	ГОСТ 23338 ГОСТ 34061
5.13	Определение макроструктуры сварных стыковых соединений	4	4	4	4	4	8	8	8	ГОСТ Р 57180

Продолжение таблицы А.1

№ этапа работ	Наименование испытаний	Количество образцов на одну марку стали и одно состояние поставки от каждого контрольного листа проката								Нормативный документ, ссылка
		Толщина листового проката, мм								
		12	14	16	20	25	32	40	50	
5.14	Определение микроструктуры сварных стыковых соединений	4	4	4	4	4	8	8	8	ГОСТ Р 57180
5.15	Определение макроструктуры сварных тавровых соединений	3	–	3	3	–	3	3	–	
5.16	Определение микроструктуры сварных тавровых соединений	3	–	3	3	–	3	3	–	
6	Усталостная прочность проката в состоянии поставки и образцов сварных стыковых соединений. Определение характеристик для расчета исследуемой марки стали на выносливость									
6.1	Изготовление образцов в состоянии поставки (образец тип IV применительно к ГОСТ 25.502)	45	–	45	–	45	45	45	45	ГОСТ 25.502, Приложение А (таблица А.6)
6.2	Изготовление образцов сварных стыковых соединений с зачищенными валиками усиления сварного шва (образец тип IV применительно к ГОСТ 25.502)	90	–	90	–	90	90	90	90	
6.3	Изготовление образцов сварных стыковых соединений с не зачищенными валиками усиления сварного шва (образец тип IV применительно к ГОСТ 25.502)	90	–	90	–	90	90	90	90	

ГОСТ Р (проект, первая редакция)
Продолжение таблицы А. 1

№ этапа работ	Наименование испытаний	Количество образцов на одну марку стали и одно состояние поставки от каждого контрольного листа проката								Нормативный документ
		Толщина листового проката, мм								
		12	14	16	20	25	32	40	50	
6.4	Усталостные испытания образцов в состоянии поставки при температуре плюс 20 °С на базе 2 млн. циклов нагружения. Коэффициенты асимметрии цикла: $\rho = -1$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм; $\rho = 0$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм; $\rho = 0,25$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм	15	–	15	–	15	15	15	15	ГОСТ 25.502
6.5	Усталостные испытания образцов сварных стыковых соединений с зачищенными валиками усиления швов при температуре плюс 20 °С на базе 2 млн. циклов нагружения. Коэффициенты асимметрии цикла: $\rho = -1$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм; $\rho = 0$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм; $\rho = 0,25$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм	15	–	15	–	15	15	15	15	
6.6	Усталостные испытания образцов сварных стыковых соединений с зачищенными валиками усиления швов при температуре минус 70 °С на базе 2 млн. циклов нагружения. Коэффициенты асимметрии цикла: $\rho = -1$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм; $\rho = 0$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм; $\rho = 0,25$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм	15	–	15	–	15	15	15	15	

Продолжение таблицы А.1

№ этапа работ	Наименование испытаний	Количество образцов на одну марку стали и одно состояние поставки от каждого контрольного листа проката								Нормативный документ, ссылка
		Толщина листового проката, мм								
		12	14	16	20	25	32	40	50	
6.7	Усталостные испытания образцов сварных стыковых соединений с не зачищенными валиками усиления швов при температуре плюс 20 °С на базе 2 млн. циклов нагружения. Коэффициенты асимметрии цикла: $\rho = -1,0$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм; $\rho = 0$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм; $\rho = 0,25$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм	15	–	15	–	15	15	15	15	ГОСТ 25.502
6.8	Усталостные испытания образцов сварных стыковых соединений с не зачищенными валиками усиления швов при температуре минус 70 °С на базе 2 млн. циклов нагружения. Коэффициенты асимметрии цикла: $\rho = -1$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм; $\rho = 0$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм; $\rho = 0,25$ для толщин 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм	15	–	15	–	15	15	15	15	
6.9	Построение кривых усталости (кривая Велера) для образцов в состоянии поставки и образцов сварных стыковых соединений для выбранных толщин проката, коэффициентов асимметрии цикла и температуры проведения испытаний	18	–	18	–	18	18	18	18	
6.10	Определение экспериментальных эффективных коэффициентов концентрации напряжений β для образцов со сварными стыковыми швами для выбранных толщин проката, коэффициентов асимметрии цикла и температуры проведения испытаний	12		12		12	12	12	12	Приложение Ж

ГОСТ Р (проект, первая редакция)
Продолжение таблицы А.1

№ этапа работ	Наименование испытаний	Количество образцов на одну марку стали и одно состояние поставки от каждого контрольного листа проката								Нормативный документ, ссылка	
		Толщина листового проката, мм									
		12	14	16	20	25	32	40	50		
7	Изготовление и испытание сварных модельных образцов элементов конструкций на сопротивление усталости										
7.1	Изготовление сварных модельных образцов коробчатого сечения	8	–	–	–	–	–	–	–	–	Приложение И
7.2	Испытание сварных модельных образцов коробчатого сечения на базе 2 млн. циклов нагружения. Коэффициент асимметрии цикла $\rho = 0,1$	8	–	–	–	–	–	–	–	–	Приложение Г
8	Изготовление и испытания сварных модельных образцов на хладостойкость ударной нагрузкой										
8.1	Изготовление сварных модельных образцов коробчатого сечения	4	–	–	–	–	–	–	–	–	Приложение К
8.2	Испытание сварных модельных образцов коробчатого сечения при температуре минус 70 °С	4	–	–	–	–	–	–	–	–	Приложение Д
8.3	Определение минимальной работы разрушения серии экспериментальных модельных образцов при температуре минус 70 °С	4	–	–	–	–	–	–	–	–	

Окончание таблицы А.1

№ этапа работ	Наименование испытаний	Количество образцов на одну марку стали и одно состояние поставки от каждого контрольного листа проката								Нормативный документ, ссылка
		Толщина листового проката, мм								
		12	14	16	20	25	32	40	50	
9	Ускоренные испытания на стойкость к атмосферной коррозии									
9.1	Изготовление образцов из проката в состоянии поставки (исследуемая марка стали)	15	–	–	–	–	–	–	–	ГОСТ Р 9.905 ГОСТ Р 9.907 ГОСТ 9.908, Приложение Е
9.2	Изготовление контрольных образцов для сравнения из листового проката стали марок 10ХСНД, 15ХСНД, в состоянии поставки	15	–	–	–	–	–	–	–	
9.3	Проведение ускоренных испытаний образцов из исследуемой марки стали и контрольных образцов. Построение сравнительной диаграммы	5	–	–	–	–	–	–	–	
10	Длительные испытания на стойкость к атмосферной коррозии на атмосферно-коррозионных станциях ²⁾									
10.1	Изготовление образцов из проката в состоянии поставки (исследуемая марка стали)	5	–	–	–	–	–	–	–	ГОСТ Р 9.905 ГОСТ Р 9.907 ГОСТ 9.908 ГОСТ 9.909
10.2	Проведение длительных испытаний образцов из исследуемой марки стали	1	–	–	–	–	–	–	–	
11	Научно-технический отчет по результатам проведения комплексных испытаний									[3]
¹⁾ В Российской Федерации также применяют ГОСТ Р 53845–2010 (ИСО 377:1997). ²⁾ Длительные испытания образцов на стойкость к атмосферной коррозии в конкретных климатических зонах проводятся при необходимости для уточнения коррозионных характеристик исследуемой марки стали. Примечания 1 Для проверки качества исследуемого листового проката от каждой партии проката для изготовления контрольных образцов для проведения испытаний отбирают по два контрольных листа. Данные приведенные в таблице А.1 относятся к одному контрольному листу. 2 При получении неудовлетворительных результатов физико-механических испытаний хотя бы по одному из показателей повторную проверку проводят в соответствии с ГОСТ 7566. 3 Количество образцов из листового проката в диапазоне толщин 51–110 мм определяется для индивидуальных испытаний в соответствии с таблицей 1.										

ГОСТ Р (проект, первая редакция)

А.3 Образцы для испытания на изгиб широких проб должны быть шириной, равной трем толщинам проката. Длину образцов в зависимости от толщины проката принимают в соответствии с таблицей А.2

Таблица А.2 — Длина образца широких проб для испытания на изгиб

Толщина проката, мм	Длина образца, мм
От 10 до 14 включ.	250±20
Св. 14 до 24 включ.	300±20
Св. 24 до 32 включ.	350±20
Св. 32 до 50 включ.	430±20

Примечание – Длина образца для толщин проката 51–110 мм должна быть не менее десяти толщин проката.

При толщине проката более 32 мм образцы допускается подвергать механической обработке с одной стороны до толщины 25 мм. При испытании пуансон располагают с обработанной стороны образца.

Изгиб широкой пробы до параллельности сторон проводят при комнатной температуре на оправке диаметром D .

Диаметр оправки D выбирают в соответствии с таблицей А.3.

На кромках образцов при изгибе не должно быть надрывов и трещин.

Таблица А.3

Тип исполнения стальных элементов, значения расчетной минимальной температуры при их эксплуатации	Диаметр оправки D , мм
Обычное, до минус 40 °С включ.	$2t$
Северное А, ниже минус 40 °С до минус 50 °С включ.	$1,5t$
Северное Б, ниже минус 50 °С	

Примечание – В таблице принято следующее обозначение:
 t – номинальная толщина проката, мм.

А.4 Испытания на излом проводят путем разрушения при температуре от 5 °С до 30 °С надрезанных образцов толщиной, равной толщине проката. Размеры и глубину надреза образцов для испытания на излом принимают в соответствии с таблицей А.4.

Таблица А.4 — Размеры и глубина надреза образцов

Толщина проката, мм	Длина образца, мм	Ширина образца, мм	Глубина надреза, мм
От 10 до 14 включ.	300±20	60±5	20±5
Св. 14 до 32 включ.	350±20	90±5	30±5
Св. 32 до 50 включ.	430±20	120±5	50±5
<p>Примечания</p> <p>1 Длина образца для толщин проката 51–110 мм должна быть не менее восьми толщин проката, а ширина образца – трех толщин проката.</p> <p>2 Глубина надреза для толщин проката 51–110 мм должна быть не менее толщины проката.</p>			

Разрушение образца проводят при статическом изгибе нагрузкой, прилагаемой со стороны, противоположной надрезу.

Контроль остатков усадочной раковины, подусадочной рыхлоты, трещин и газовых пузырей для металлопроката толщиной 40 мм и более проводят по ГОСТ 10243. Для металлопроката толщиной от 10 до 40 мм контроль проводят по ГОСТ 10243 без применения уменьшающего коэффициента.

При оценке вида излома учитывают наличие кристаллической сыпи – мелких кристаллических блесков, равномерно распределенных на фоне волокнистого излома, и участков кристаллической составляющей. Кристаллическую сыпь по всему полю излома приравнивают к 10 % кристаллической (хрупкой) составляющей.

Площадь участков волокнистой (вязкой) и кристаллической (хрупкой) составляющей определять в соответствии с ГОСТ 30456.

Количество волокнистой (вязкой) составляющей в изломе проб натуральной толщины при комнатной температуре должно быть не менее 65%.

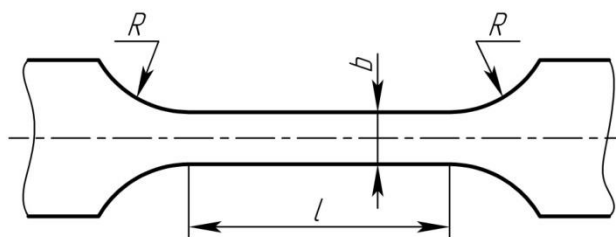
А.5 Температуру испытания образцов на ударный изгиб выбирают исходя из типа исполнения стальных элементов мостовых сооружений в соответствии с таблицей А.5.

Таблица А.5 – Температура испытания образцов

Тип исполнения стальных элементов, значения расчетной минимальной температуры при их эксплуатации	Испытание на ударный изгиб						
	В состоянии поставки					После механического старения	
	КСУ		КСV			КСУ	
	При температуре испытания, °С						
	-40	-60	-70	-20	-40	+20	-20
Обычное, до минус 40 °С включ.	+	-	-	-	-	+	-
Северное А, ниже минус 40 °С до минус 50 °С	-	+	-	+	-	+	-
Северное Б, ниже минус 50 °С	-	-	+	-	+	-	+

Примечание – Знак «-» означает, что испытания листового проката на ударный изгиб при данной температуре не проводят.

А.6 Образцы из листового проката в состоянии поставки и образцы со сварными стыковыми соединениями толщиной 12, 16, 25, 32, 40, 50 мм для испытания на усталостную прочность изготавливать применительно к образцам по ГОСТ 25.502 (тип IV) с учетом выбранной толщины. Схема рабочей зоны образца приведена на рисунке А.1.



l – длина рабочей зоны; b – ширина рабочей зоны; R – радиус сопряжения

Рисунок А.1 – Схема рабочей зоны образца

Ширина и длина рабочей зоны образца, выбирается с учетом возможностей испытательного оборудования, а также нормативного соотношения между длиной рабочей зоны и площадью поперечного сечения образца $l \geq 5,65\sqrt{F}$, где F – площадь поперечного сечения рабочей зоны образца.

Расчетные параметры образцов для испытаний каждой из исследуемых толщин металлопроката h приведены в таблице А.6.

Таблица А.6 – Расчетные параметры образцов тип IV

№ серии	Толщина проката h , мм	Ширина рабочей зоны b , мм	Длина рабочей зоны l , не менее, мм	$R \geq 2b$, мм
1	12	50	138	100
2	16	45	151	90
3	25	45	190	90
4	32	40	202	80
5	40	35	211	70
6	50	30	219	60

Примечание – Ширина и длина рабочей зоны образца для толщин проката 51–110 мм, выбирается с учетом возможностей испытательного оборудования, а также по указаниям А.6.

А.7 Сварку образцов для испытания на усталостную прочность производить двумя способами (в ручном и автоматическом режимах) по разработанным технологическим картам.

Способы автоматической (в среде газов и смесях, под флюсом с металлохимической присадкой и др.) и ручной дуговой сварки выбирать применительно к номенклатурам способов указанных в [1, 2].

Типы проверяемых сварных швов для образцов со сварными стыковыми соединениями приведены в таблице А.7.

Таблица А.7 – Типы проверяемых сварных швов

№ серии	Толщина проката h , мм	Условное обозначение сварного соединения	Ссылка на документ	Способ сварки	Положение при сварке
1	12, 14, 16, 20, 25, 32, 40, 50	C17	[1, 2]	РД	Н1
2	12, 14, 16, 20, 25, 32, 40, 50	C18	[1, 2]	РД	Н1
3	25, 32, 40, 50	C25	[1, 2]	РД	Н1
4	12, 14, 16, 20, 25, 32, 40, 50	C18	[1, 2]	АФм; АФ+МХП	Н1
5	25, 32, 40, 50	C25	[1, 2]	АФ; МФ	Н1
6	12, 14, 16, 20, 25, 32, 40, 50	C18	[1, 2]	АППГ; АПГ	Н1
7	25, 32, 40, 50	C25	[1, 2]	АППГ; АПГ	Н1
8	12, 14, 16, 20, 25, 32, 40, 50	C18	[1, 2]	МПГ МП	Н1
<p>Примечания</p> <p>1 В таблице приняты следующие обозначения:</p> <p>АПГ – автоматическая сварка в смеси защитных газов проволокой сплошного сечения; АППГ – автоматическая сварка в смеси защитных газов порошковой (металлопорошковой) проволокой; АФ – автоматическая на весу; АФм – автоматическая на флюсовой подкладке; МП – механизированная сварка в среде защитных газов порошковой (металлопорошковой) проволокой; МПГ – механизированная сварка в среде защитных газов проволокой сплошного сечения; МФ – механизированная на весу; МХП – металлохимическая присадка; Н1 – нижнее стыковое положение; РД – ручная дуговая.</p> <p>2 Способы сварки для толщин проката 51–110 мм определять по специально разработанным методикам.</p>					

А.8 Сварку модельных образцов тавровых соединений для определения механических свойств наплавленного металла производить двумя способами (в ручном и автоматическом режимах) по разработанным технологическим картам.

Способы автоматической (в среде газов и смесях, под флюсом с металлохимической присадкой и др.) и ручной дуговой сварки выбирать применительно к номенклатурам способов указанных в [1, 2].

Типы проверяемых сварных швов для образцов с тавровыми соединениями приведены в таблице А.8.

Таблица А.8 – Типы проверяемых сварных швов

№ серии	Толщина проката h , мм	Условное обозначение сварного соединения	Ссылка на документ	Способ сварки	Положение при сварке
1	$\frac{12}{16}$	T3	[1, 2]	РД	H2
2	$\frac{16}{20}$	T3	[1, 2]	РД	H1
3	$\frac{12}{32}$	T3	[1, 2]	РД	H2
4	$\frac{16}{40}$	T3	[1, 2]	РД	H1
5	$\frac{12}{16}$	T3	[1, 2]	МПГ МП	H2
6	$\frac{16}{20}$	T3	[1, 2]	МПГ МП	H1
7	$\frac{12}{32}$	T3	[1, 2]	МПГ МП	H2
8	$\frac{16}{40}$	T3	[1, 2]	МПГ МП	H1

Примечания

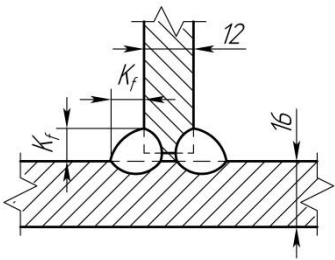
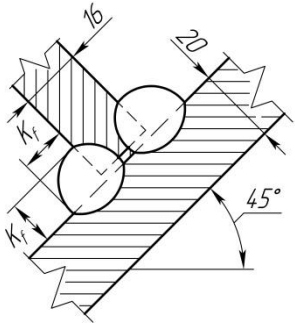
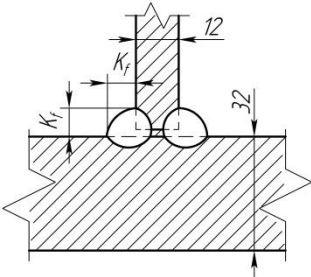
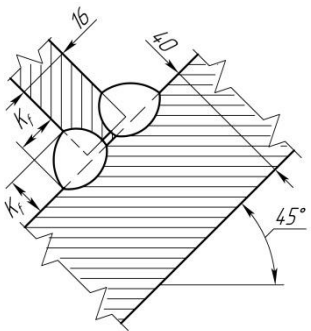
1 В таблице приняты следующие обозначения:
 МП – механизированная сварка в среде защитных газов порошковой (металлопорошковой) проволокой;
 МПГ – механизированная сварка в среде защитных газов проволокой сплошного сечения;
 H1 – нижнее положение в «лодочку»;
 H2 – нижнее положение при тавровом соединении
 РД – ручная дуговая.

2 Над чертой даны значения толщины проката в тавровом сварном соединении для стенки; под чертой – для пояса.

3 Способы сварки для толщин проката 51–110 мм определять по специально разработанным методикам.

Размеры модельных образцов сварных тавровых соединений выполнять в соответствии с таблицей А.9.

Таблица А.9 – Размеры тавровых образцов и катеты сварного шва

№ серии	Вид образца	K_f , мм	Ширина пояса, мм	Высота стенки, мм	Длина образца, мм
1, 5		8	400	200	1000
2, 6		12	400	200	1000
3, 7		8	400	200	1000
4, 8		12	400	200	1000
<p>Примечания</p> <p>1 В таблице принято следующее обозначение – K_f – катет сварного шва.</p> <p>2 Для номеров серии 2, 4, 6, 8 положение при сварке – нижнее Н1 в «лодочку».</p> <p>3 Настоящую таблицу смотреть совместно с таблицей А.8.</p>					

Отбор образцов из сварных тавровых соединений для определения механических свойств наплавленного металла выполнять согласно ГОСТ 6996 (таблица 2; позиции 4, 9).

А.9 Режимы сварки, применяемые технологии сварки, сварочные материалы и оборудование должны обеспечивать получение сварных стыковых и тавровых соединений со следующими механическими свойствами:

- минимальные значения предела текучести и временного сопротивления металла стыкового и углового швов не должны быть ниже их значений для основного металла;

- твердость металла сварного соединения (металла шва, ЗТВ) при механизированной сварке должны быть не выше 320 HV, и 330 HV при ручной сварке. Допускается в указанных выше значениях твердости превышение ее на 30 HV при условии, что размер участка повышенной твердости не превышает 0,3 мм;

- относительное удлинение металла стыкового и углового швов на пятикратных образцах δ_5 должно быть не ниже 18% для сталей классов прочности до С360 включительно и не ниже 16% для сталей классов прочности свыше С360;

- угол статического изгиба сварного соединения с поперечным стыком должен быть не менее 120°;

- значения ударной вязкости на образцах KCV при температуре проведения испытаний, указанной в таблице А.5, должны быть не менее 29 Дж/см².

Рекомендуется перед проведением экспериментального определения твердости металла ЗТВ определить максимальную теоретическую твердость ЗТВ на основе химического анализа по ковшовой пробе по формуле

$$HV_{\max} = 90 + 1050C + 47Si + 75Mn + 30Ni + 31Cr, \quad (A.1)$$

где C, Si, Mn, Ni, Cr – массовая доля углерода, кремния, марганца, никеля, хрома в стали.

А.11 Листовой прокат должен обладать гарантией свариваемости. Свариваемость обеспечивается технологией изготовления, химическим составом, а также углеродным эквивалентом по ковшовой пробе, величина которого не должна превышать 0,55%.

Углеродный эквивалент стали C_3 по ковшовой пробе следует определять по формуле

$$C_3 = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}, \quad (A.2)$$

где C, Mn, Cr, Ni, Cu – массовая доля углерода, марганца, хрома, никеля, меди в стали по анализу ковшевой пробы.

ГОСТ Р (проект, первая редакция)

А.11 Химический анализ стали проводить по ГОСТ 12359, ГОСТ 18895, ГОСТ 22536.0 – ГОСТ 22536.14, ГОСТ 27809, ГОСТ 28473, ГОСТ Р 50424, ГОСТ 54153 или по другим методикам измерений, аттестованным в установленном порядке и обеспечивающим необходимую точность анализа.

Массовая доля мышьяка, азота, серы и фосфора в стали по анализу ковшовой пробы не должна превышать, %:

- мышьяка – 0,08;
- азота – 0,008;
- сера – 0,010;
- фосфора – 0,015.

Массовая доля алюминия в стали должна быть от 0,020 до 0,050 %.

А.12 Усталостные испытания образцов сварных стыковых соединений по таблице А.1 (этапы 6.4–6.8) проводят на режимах в соответствии с таблицей А.10.

Назначение испытательных нагрузок проводят исходя из экспериментального временного сопротивления разрыву стали и площади поперечного сечения образца в соответствии с А.6.

Временное сопротивление при статическом растяжении образцов исследуемой стали должно быть определено по результатам статистической обработки данных испытаний в соответствии с таблицей А.1 (этапы 1.2, 1.3).

В качестве начальных точек испытаний принимаются значения напряжения в долях от временного сопротивления.

Таблица А.10 – Требования к режиму испытаний на усталость

Параметр испытаний	Значения
Число циклов до разрушения образца	не менее 2 млн
Максимальное напряжение ¹⁾ σ_{\max} , МПа (Н/мм ²)	$\sigma_{\max} = k\sigma_B$
Амплитуда напряжений цикла, МПа (Н/мм ²)	$\Delta\sigma = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$; $\Delta\sigma = 0,5k\sigma_B(1 - \rho)$
Коэффициент асимметрии цикла ρ	таблица А.1 (этапы 6.4–6.8)
Частота приложения нагрузки, Гц	от 5 до 10 включ.

¹⁾ Максимальное напряжение σ_{\max} при нагружении первого образца.
²⁾ Значения коэффициента k для величины ρ приведено в таблице А.11.

Таблица А.11

Коэффициент	Значения		
ρ	-1	0	0,25
k	0,30	0,45	0,55

Испытания на каждый коэффициент асимметрии цикла ρ проводятся отдельно. Образец, прошедший испытания не используется при испытаниях на других режимах.

Испытательное оборудование в процессе испытаний должно обеспечивать измерение и поддержание требуемых значений прикладываемых усилий к образцу в цикле нагружения на растяжение/сжатие. Допускаются перерывы в испытаниях без изъятия образца из испытательной машины.

Точность приложения максимальной нагрузки при испытаниях должно обеспечиваться с относительной погрешностью не более $\pm 1\%$.

На каждом режиме нагружения испытывается не менее пятнадцати образцов. Количество образцов может быть увеличено по итогам статистической обработки результатов испытаний.

На принятом уровне нагрузки испытывают минимум три образца. Если на принятом уровне нагрузки обрыва образцов не происходит – испытания продолжаются до успешного прохождения испытаний пяти образцов.

При обрыве хотя бы одного из испытываемых образцов на принятом уровне нагрузке уровень максимальной нагрузки для последующих образцов снижается на 4~8%. Испытания повторяются до достижения положительного результата.

Рекомендуется исходные данные и результаты каждого испытания (серии испытаний) фиксировать в протоколе испытания в соответствии с ГОСТ 25.502–79 (приложения 1–4). Допускается оформлять протоколы испытаний в соответствии с требованиями внутренних документов лабораторий, проводящих испытания.

Обработку результатов усталостных испытаний серии образцов для определения ограниченного предела выносливости рекомендуется проводить методом прямолинейной корреляции в соответствии с приложением Л.

По результатам испытаний строят кривые усталости в соответствии с ГОСТ 25.502-79 (подраздел 3.7).

Приложение Б

(рекомендуемое)

Критерии соответствия основных физико-механических и технологических свойств листового проката

Таблица Б.1 – Критерии соответствия

Физико-механические, химические и технологические свойства	Критерии оценки	Нормируемые параметры	Нормативный документ	Критерии соответствия
Прочность в состоянии поставки	Возможность восприятия широкого спектра эксплуатационных нагрузок	Предел текучести, предел прочности (временное сопротивление) при растяжении	ГОСТ 1497	Соответствие значениям нормативных сопротивлений предела текучести (предела текучести условного), временного сопротивления
Прочность сварного соединения		Временное сопротивление при разрыве	ГОСТ 6996	Временное сопротивление разрыву металла сварного соединения, как правило, должно быть не ниже временного сопротивления основного металла
Твердость по оси сварного шва и ЗТВ при механизированной сварке	Определение склонности к образованию холодных трещин	Твёрдость по методу Виккерса, не ниже, HV	ГОСТ 2999 ГОСТ 6996	320
Твердость по оси сварного шва и ЗТВ при ручной сварке				330

Продолжение таблицы Б.1

Физико-механические, химические и технологические свойства	Критерии оценки	Нормируемые параметры	Нормативный документ	Критерии соответствия
Пластичность в состоянии поставки для сталей классов прочности до С375 включительно	Пластическая деформация	Относительное удлинение при растяжении на пятикратных образцах δ_5 , не менее, %	ГОСТ 1497	21
Пластичность в состоянии поставки для сталей классов прочности С390				19
Пластичность в состоянии поставки для сталей классов прочности от С440 до С460 включительно				18
Пластичность в состоянии поставки для сталей классов прочности свыше С460				17
Пластичность в состоянии поставки для сталей классов прочности от С235 до С460 включительно		Изгиб широкой пробы до параллельности сторон	ГОСТ 14019	На кромках образцов при изгибе не должно быть надрывов и трещин
Пластичность сварных соединений для сталей классов прочности до С360 включительно		Относительное удлинение металла стыкового и углового швов на пятикратных образцах δ_5 , не ниже, %	ГОСТ 6996	18
Пластичность сварных соединений для сталей классов прочности свыше С360				16
Пластичность сварных стыковых соединений		Угол статического изгиба сварного соединения с поперечным стыком, не менее	ГОСТ 6996	120°

Физико-механические, химические и технологические свойства	Критерии оценки	Нормируемые параметры	Нормативный документ, ссылка	Критерии соответствия
Свариваемость	Склонность стали к образованию холодных трещин при сварке	Углеродный эквивалент по ковшовой пробе, не более, %	Приложение А (пункт А.10)	0,55
Химические	Химический состав	Массовая доля элементов в стали по анализу ковшовой пробы, не более %	Приложение А (пункт А.11)	мышьяка – 0,08 азота – 0,008 серы – 0,010 фосфора – 0,015
		Массовая доля алюминия в стали по анализу ковшовой пробы, должна быть, %		0,020–0,050
Вязкость после механического старения	Склонность стали к хрупкому разрушению	Ударная вязкость в состоянии поставки и после механического старения КСУ при испытании, не менее, Дж/см ²	ГОСТ 9454	29
Вязкость в сварных соединениях		Ударная вязкость различных участков сварного соединения и наплавленного металла КСВ при испытании, не менее, Дж/см ²	ГОСТ 6996	29

Окончание таблицы Б.1

Физико-механические, химические и технологические свойства	Критерии оценки	Нормируемые параметры	Нормативный документ, ссылка	Критерии соответствия
Вязкость	Пластическая деформация	Количество волокнистой (вязкой) составляющей в изломе проб натуральной толщины при комнатной температуре должно быть не менее, %	Приложение А (пункт А.4)	65
Устойчивость к коррозии	Способность стали сопротивляться коррозионному воздействию среды	Скорость коррозии, полученная (или оцененная) за первый год испытаний, мкм/год, не более	Приложение Е (пункт Е.5)	100
Выносливость	Способность стали оказывать сопротивление усталости	Ограниченный предел выносливости	Приложение Г	Образец выдерживает усталостные испытания без разрушения не менее 2×10^6 циклов нагружения

Приложение В**(справочное)****Типовая структура жизненного цикла создания опытных конструкций**

В.1 Типовая структура жизненного цикла создания опытных конструкций мостовых сооружений приведена в таблице В.1.

Т а б л и ц а В.1 – Типовая структура жизненного цикла создания опытных конструкций

Наименование этапа работ	Начало этапа работ	Окончание этапа работ
Маркетинговые исследования рынка	Заключение договора на проведение исследований	Сдача отчета по результатам исследований
Генерация идей и их фильтрация	Сбор и фиксирование предложений по проектам	Окончание отбора проектов-конкурентов
Техническая и экономическая экспертиза проектов	Комплектация групп оценки проектов	Сдача отчета по экспертизе проектов, выбор проекта-победителя
Научно-исследовательские работы (НИР)	Утверждение ТЗ на НИР	Утверждение акта об окончании НИР
Опытно-конструкторские работы (ОКР)	Утверждение ТЗ на ОКР	Наличие комплекта конструкторской документации (рабочая документация на пролетное строение)
Пробный маркетинг («Пилотный проект мостового сооружения»)	Начало подготовки к производству опытного изделия на заводе мостовых металлоконструкций	Анализ отчета о результатах пробного маркетинга
Подготовка производства на заводе-изготовителе	Изготовление опытного образца пролетного строения	Подготовка к поставке изделия на стройплощадку
Выбор строительной площадки	Разработка проекта производства работ	Утверждение проекта производства работ
Реализация «Пилотного проекта мостового сооружения»	Строительство мостового сооружения	Приемка, испытания и ввод в эксплуатацию
Эксплуатация и мониторинг мостового сооружения	Утверждение ТЗ на мониторинг пролетного строения	Анализ мониторинга, валидация и верификация принятых проектных решений
Техническая экспертиза параметров нового вида металлопроката в опытных конструкциях	Проведение экспертизы	Заключение экспертизы о применении нового вида проката в конструкциях пролетных строений мостовых сооружений
Формирование предложений о внесении изменений в нормативную базу	Внесение изменений в нормативные документы на проектирование	Приказ об утверждении нормативных документов

Приложение Г

(рекомендуемое)

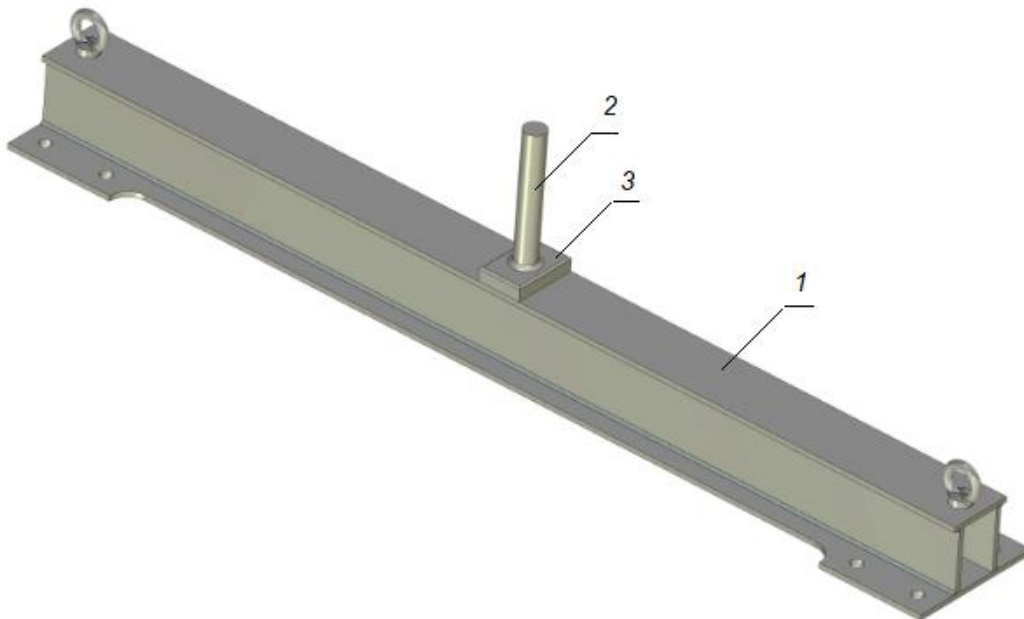
Методика проведения испытаний сварных модельных образцов коробчатого сечения на сопротивление усталости

Г.1 Изготовление модельных образцов коробчатого сечения для проведения испытаний на сопротивление усталости выполнять в соответствии с приложением И.

Г.2 Для определения ограниченного предела выносливости используют партию из 8 сварных модельных образцов.

Г.3 Испытания сварных модельных образцов коробчатого сечения проводят на гидропульсаторе с максимальной циклической нагрузкой не менее ± 400 кН (± 40 тс).

Г.4 Испытуемый образец размещают на траверсе испытательной машины (гидропульсатора) на двух опорах с расстоянием между опорами 2000 мм. Вертикальная пульсирующая нагрузка прикладывается в середине пролета (между опорами) перпендикулярна продольной оси модельного образца и размещена на площадке распределения 100x150 мм (рисунок Г.1).



1 – модельный образец; 2 – шток гидропульсатора; 3 – площадка распределения

Рисунок Г.1 – Схема расположения модельного образца на траверсе испытательной машины (опорные части условно не показаны)

Г.5 Испытуемый образец в зоне опорных сечений имеет развитие нижнего пояса с технологическими отверстиями для крепления к опорным частям (приспособлениям). Опорные части (приспособления) должны иметь свободный поворот в плоскости изгиба испытуемого образца, а также, одна из опорных частей

ГОСТ Р (проект, первая редакция)

должна исключать линейные поперечные и продольные перемещения, а вторая – линейные поперечные перемещения и не препятствовать линейным продольным перемещениям.

Г.6 Целью испытания сварных модельных образцов на усталость является определение ограниченного предела выносливости, выраженного МПа (Н/мм²), или максимальной нагрузки, выраженной в кН (тс), которую данная партия образцов выдерживает без разрушения при базе испытания $2 \cdot 10^6$ циклов и коэффициенте асимметрии цикла $\rho = 0,1$.

Г.7 Максимальное напряжение цикла (σ_{\max}) при испытании первого образца назначают заведомо больше ограниченного предела выносливости. Если первый образец разрушился при количестве нагружений меньше $2 \cdot 10^5$ циклов, испытания второго образца проводят при максимальной нагрузке пониженной на 10–20% и снова определяют количество циклов нагружения до разрушения образца.

Использование прошедшего испытание (не разрушившегося при испытании) модельного образца для нового испытания, при ином напряжении не допускается.

Г.8 Требования к режиму испытаний модельных образцов приведены в таблице Г.1.

Т а б л и ц а Г.1 – Требования к режиму испытаний на усталость

Параметр испытаний	Значения
Число циклов до разрушения	не менее 2 млн
Максимальное напряжение ¹⁾ σ_{\max} , МПа (Н/мм ²)	$\sigma_{\max} = 0,5\sigma_B$
Амплитуда напряжений цикла, МПа (Н/мм ²)	$\Delta\sigma = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$; $\Delta\sigma = 0,225\sigma_B$
Коэффициент асимметрии цикла ρ	0,1
Частота приложения нагрузки, Гц	от 5 до 10 включ.
¹⁾ Максимальное напряжение σ_{\max} при нагружении первого образца.	

Г.9 При испытании 8 модельных образцов ограниченный предел выносливости определяют с точностью 5–10% в зависимости от однородности партии и величины разброса относительно тренда, построенного в виде прямой в логарифмических координатах (рисунок Г.2).

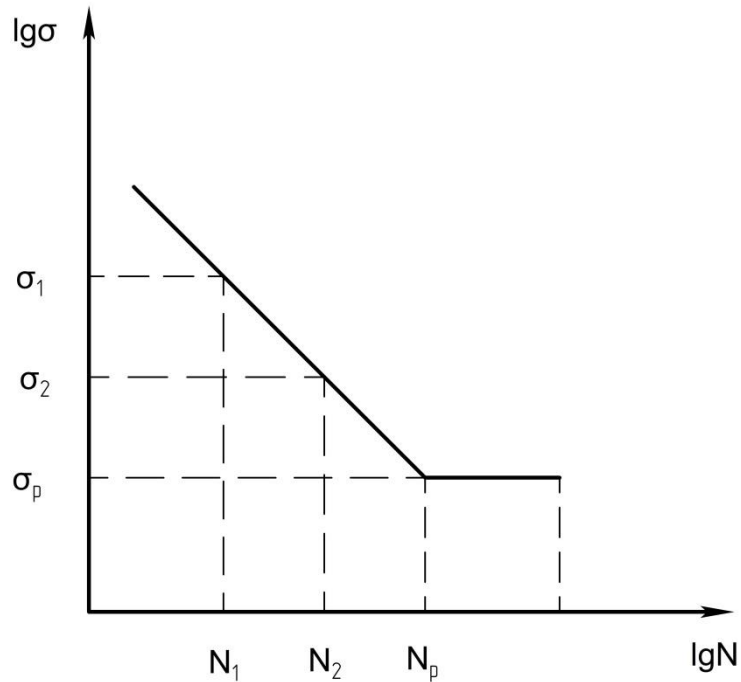


Рисунок Г.2 – Кривая усталости (кривая Велера)

Г.10 Характеристикой сопротивления усталости образца данной партии является также разброс долговечности (числа циклов N до разрушения при данном значении σ_{\max}) и наклон кривой $\lg\sigma_{\max} - \lg N$.

Г.11 Рекомендуется определять живучесть образцов. Живучесть характеризуется количеством циклов нагружения от образования усталостной трещины длиной 5–10 мм до разрушения. При этом максимальные изгибные напряжения σ_{\max} должны примерно соответствовать значению

$$\sigma_{\max} = 1,1\sigma_p, \quad (\text{В.1})$$

где σ_p – предел выносливости по критерию разрушения, МПа (Н/мм^2).

Г.12 Для предварительного анализа напряженно-деформированного состояния модельного образца рекомендуется провести компьютерное моделирование эксперимента.

Г.13 Величину испытательной пульсирующей нагрузки определяют исходя из требований к режиму испытаний на усталость (таблица Г.1) методами строительной механики тонкостенных стержней.

Г.14 Обработку результатов усталостных испытаний серии образцов для определения ограниченного предела выносливости рекомендуется проводить методом прямолинейной корреляции в соответствии с приложением Л.

Приложение Д

(рекомендуемое)

Методика проведения испытаний сварных модельных образцов коробчатого сечения на хладостойкость ударной нагрузкой

Д.1 Изготовление сварных модельных образцов (далее – образцы) на хладостойкость выполнять в соответствии с приложением К.

Д.2 Хладостойкость сварных модельных образцов определяется по величине работы разрушения при температуре образцов минус 70 °С.

Д.3 Испытания образцов на хладостойкость производятся на вертикальном копре с запасом энергии 98 кДж (10 тм).

Д.4 Для определения работы разрушения испытания проводят на серии образцов, изготовленных из одной партии проката, по одной технологии сварки. Количество испытаний в серии не менее четырех образцов.

Д.5 Образец размещают на двух опорах с расстоянием между опорами 1000 мм под ударным бойком копра. Далее выполняют процесс охлаждения до температуры минус 70 °С на газотурбинной установке (или аналогичной с прямым или косвенным обдувом хладогеном). Место положения ударной нагрузки должно находиться на равном расстоянии между опорами, в центре образца.

Д.6 Цель испытания серии образцов состоит в определении минимальной работы разрушения образца данной серии.

Д.7 Первый образец испытывают путем удара бойка массой 1 тс с высоты 5 м, при энергии удара 49 кДж. Если образец разрушился, то второй образец испытывают при энергии удара 24,5 кДж (высота свободного падения бойка 2,5 м). Если первый образец не разрушился, то второй образец испытывают при энергии удара 73,5 кДж (высота свободного падения бойка 7,5 м). В зависимости от результатов испытания второго образца назначают величину энергии удара по третьему образцу, которая может иметь значения 12,2; 36,7; 62,2 или 85,7 кДж. В зависимости от результатов испытания третьего образца назначают энергию удара по четвертому образцу, выбирая среднее значение энергии удара, не разрушившегося и разрушившегося образцов. Схема назначения энергии удара бойка по образцу в процессе испытания приведена на рисунке Д.1.

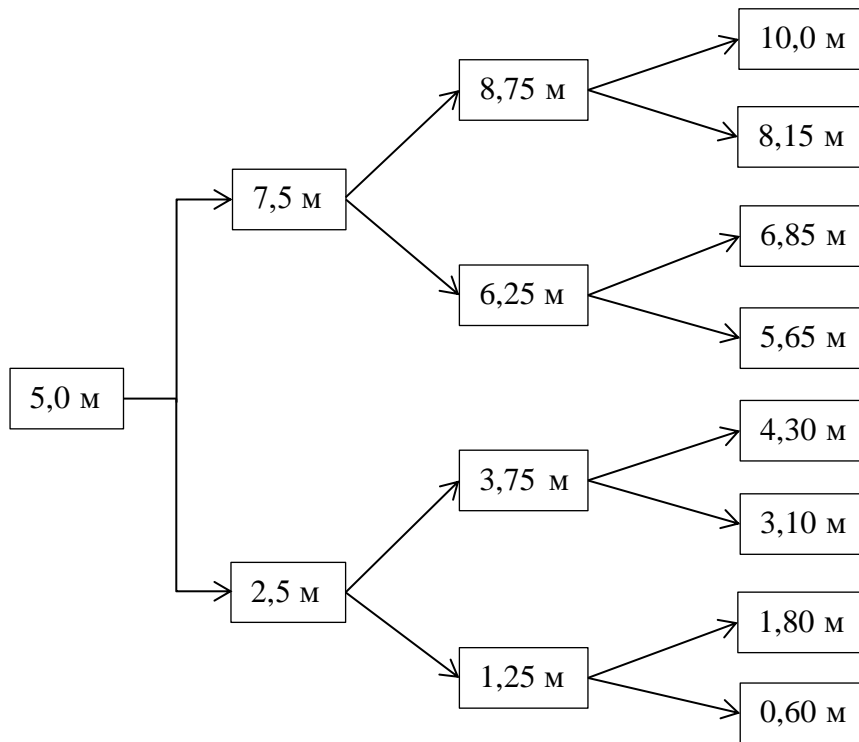


Рисунок Д.1 – Схема назначения энергии удара бойка при копровых испытаниях

Д.8 Методика назначения энергии удара при испытании серии из четырех образцов, приведенная в Д.7, должна обеспечить определение работы разрушения с отклонением от минимального значения работы разрушения не более 6,1 кДж.

Приложение Е

(рекомендуемое)

Методики проведения ускоренных испытаний на стойкость к атмосферной коррозии

Е.1 При проведении ускоренных испытаний ускорение процесса за счет повышения коррозионной агрессивности среды не должно приводить к изменению механизма коррозии. В противном случае результаты лабораторных ускоренных испытаний по данной методике и длительных (эксплуатационных) испытаний на атмосферно-коррозионных станциях согласно таблице А.1 (этап 10.2) могут оказаться несопоставимыми. Признаком соответствия механизма коррозии в лабораторных и эксплуатационных условиях является одинаковые характер коррозионных повреждений и кинетика процесса.

Е.2 Ускоренные испытания на стойкость к атмосферной коррозии проводят на образцах толщиной 12 мм с отверстием для подвешивания в соответствии с рисунком Е.1. Приспособления для подвешивания (крепления) образца должно быть изготовлено из инертного материала и обеспечивать соответствующую неподвижность образца с учетом условий испытания. Площадь контакта держателей с образцом должна быть минимальной. Крепления не должны вызывать ни электрохимической (гальванической, контактной) коррозии, ни загрязнения образца.

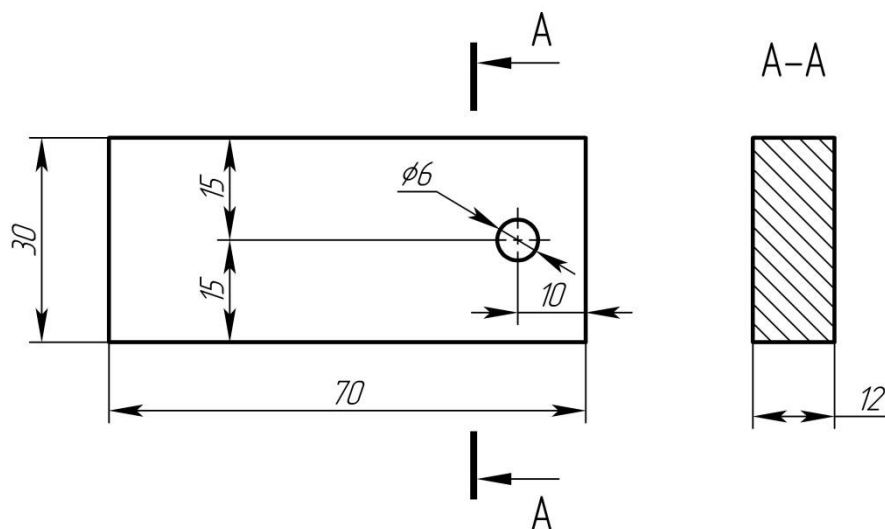


Рисунок Е.1 – Образец для ускоренных испытаний

Е.3 При проведении испытаний рекомендуется соблюдать общие требования ГОСТ Р 9.905.

Е.4 Допускается оценивать стойкость исследуемой стали к атмосферной коррозии по результатам ускоренных сравнительных коррозионных испытаний в условиях переменного нахождения в агрессивных растворах и высушивания поверхности образцов.

Данная методика может быть использована только для первоначального сравнительного анализа исследуемого образца с эталонными образцами.

Перед постановкой на испытания образцы шлифуют, удаляют заусенцы, обезжиривают и взвешивают на аналитических весах с точностью до 1 мг. Шероховатость поверхности образцов Ra перед испытанием должна быть не более 0,8 мкм по ГОСТ 2789.

На один съём выставляют 3 образца. Параллельно с образцами из исследуемой стали проходят испытание контрольных образцов (группами по 3 образца) из эталонных марок сталей в соответствии с таблицей А.1 (этап 9.2), используемых далее для сравнения полученных показателей по изменению веса образцов.

Для моделирования условия различной коррозионной агрессивности, образцы выдерживают в течении 1 ч в слабых растворах серной кислоты (рекомендуется 0,5; 1; и 2% раствор H_2SO_4), затем выдержка на воздухе в течение 1 ч, далее погружение в раствор на 1 ч. Испытание проводится непрерывно в течение суток. Испытание при переменном погружении проводят таким образом, чтобы на каждом растворе испытание проходили не менее 3 образцов, а количество съёмов было не менее 5. Рекомендуется изготовление и испытание 15 образцов на исследуемую сталь и на каждую эталонную сталь в соответствии с таблицей А1 (этапы 9.1–9.2).

После выдержки в коррозионной среде образцы очищают от продуктов коррозии путем травлением в растворе серной кислоты (100 мл/л H_2SO_4 плотностью 1,84), 5 г/л тиомочевина (CH_4N_2S) и до 1000 мл дистиллированной воды в соответствии с ГОСТ Р 9.907, с последующей зачисткой металлической щеткой.

После промывки, сушки и обезжиривания образцы взвешивают на аналитических весах с точностью 1 мг, определяют потерю массы в $г/м^2 \cdot ч$.

По результатам испытания строят сравнительную диаграмму отражающую потерю массы образцов в условиях различной коррозионной агрессивности.

Е.5 Для исследуемого листового металлопроката, относящегося к классу коррозионно-стойких сталей, допускается оценивать его стойкость к атмосферной

ГОСТ Р (проект, первая редакция)

коррозии по результатам ускоренных прямых коррозионных испытаний. В основе данной методики приняты методы испытаний по ГОСТ 6032 и методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости по ГОСТ 9.908.

Методика моделирует состояние металлопроката через 5, 10, 20 лет эксплуатации под воздействием внешней атмосферы для слабоагрессивной и среднеагрессивной сред классифицированных по [4].

В процессе испытаний агрессивная среда моделируется воздействием активного раствора на испытуемый образец в течение заданных промежутков времени в соответствии с таблицей Е.1.

Ускоренные прямые испытания на стойкость к атмосферной коррозии проводят на образцах толщиной 12 мм в соответствии с Е.2.

Рекомендуется изготовление и испытание 15 образцов (таблица А.2, пункт 9.1).

Перед постановкой на испытания образцы шлифуют, удаляют заусенцы, обезжиривают и взвешивают на аналитических весах с точностью до 1 мг.

Шероховатость поверхности образцов Ra перед испытанием должна быть не более 0,8 мкм по ГОСТ 2789.

Испытанию подлежат 3 серии образцов. Каждая серия состоит из пяти образцов. Каждый из образцов серии испытывается в отдельном активном растворе.

Для активного раствора используют азотную кислоту HNO_3 особой частоты, раствор массовой долей $(65,0 \pm 0,2)\%$, плотностью $1,391 \text{ г/см}^3$ и воду дистиллированную. После приготовления раствор следует выдержать не менее 24 ч.

Испытания проводят при слабом равномерном кипении, не допускается выпаривание раствора и выделение окислов азота бурого цвета. В случае выпаривания раствора следует добавлять 65 % азотную кислоту до первоначального уровня.

Таблица Е.1

№ серии	Длительность нахождения в растворе HNO_3 , ч		Моделирование процесса эксплуатации, лет
	кипячение при температуре $80 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$	последующая выдержка при остывании и без нагрева	
1	3	12	5
2	3	24	10
3	3	48	20

После выдержки в активном растворе образцы очищают от продуктов коррозии путем катодной обработкой в щелочном растворе гидроокиси натрия

(NaOH – 75 г/л), сернокислого натрия (Na_2SO_4 – 25 г/л), углекислого натрия (Na_2CO_3 – 75 г/л) и до 1000 мл дистиллированной воды в соответствии с ГОСТ Р 9.907, с последующей зачисткой металлической щеткой.

После промывки, сушки и обезжиривания образцы взвешивают на аналитических весах с точностью 1 мг, определяют потерю массы в $\text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$.

Критерием оценки результатов испытаний является потеря массы образца, определяемая взвешиванием после каждой серии испытаний, а также общий внешний вид и скорость коррозии.

По каждой серии испытаний образцов находят среднее арифметическое значение потери массы.

Образцы исследуемого листового металлопроката из коррозионно-стойких сталей считаются прошедшими испытание, если скорость коррозии стали, после второй или последующей серии испытаний составляет не более 100 мкм/год.

Е.6 Для проведения ускоренных испытаний листового металлопроката, относящегося к классу коррозионно-стойких сталей рекомендуется применять метод погружения по ГОСТ Р 9.905.

Перед постановкой на испытания образцы шлифуют, удаляют заусенцы, обезжиривают и взвешивают на аналитических весах с точностью до 1 мг.

Образцы переменного погружают в 4 % солевой раствор NaCl на коррозионном колесе, раз в 2 недели необходима замена солевого раствора. Частота вращения колеса – 0,02 об/мин.

Общая длительность коррозионных испытаний составляет 90 сут. Испытания начинают одновременно для всех образцов. Каждые 30 сут производился съём 5 образцов от каждой партии. По завершении испытаний осуществлялся анализ всех испытанных образцов.

При удалении продуктов коррозии следует руководствоваться ГОСТ 9.907.

После выдержки в активном растворе образцы очищают от продуктов коррозии путем катодной обработкой с плотностью тока 1 А/дм^2 в щелочном растворе гидроксида натрия (NaOH – 200 г/л) и до 1000 мл дистиллированной воды.

Длительность катодной обработки 1 час. После катодной обработки образцы зачищают от продуктов коррозии с помощью металлической щетки в проточной воде. При затрудненной очистке катодную обработку и зачистку металлической щеткой повторяют.

ГОСТ Р (проект, первая редакция)

После промывки, сушки и обезжиривания образцы взвешивают на аналитических весах с точностью 1 мг. По разности массы образцов до и после коррозионных испытаний определяют потерю массы Δm и скорость коррозии v_k .

Потерю массы на единицу площади поверхности Δm , г/м², следует определять по формуле

$$\Delta m = \frac{(m_0 - m_1)}{S}, \quad (\text{E.1})$$

где m_0 – масса образца до испытаний, г;

m_1 – масса образца после испытания и удаления продуктов коррозии, г;

S – полная площадь поверхности образца (включая торцы и отверстия для подвешивания), м².

Скорость равномерной коррозии v'_k , г/м²·ч, следует определять по формуле

$$v'_k = \frac{\Delta m}{t}, \quad (\text{E.2})$$

где Δm – потеря массы на единицу площади поверхности, г/м²;

t – продолжительность испытания, ч.

Скорость проникновения равномерной коррозии в данной коррозионной среде v_k , мм/год, следует определять по формуле

$$v_k = v'_k \cdot \frac{8,76}{\rho}, \quad (\text{E.3})$$

где v'_k – скорость коррозии, г/м²·ч;

ρ – плотность образца, г/см³.

Для описания кинетики атмосферной коррозии с учетом образования на поверхности металла защитной оксидной пленки рекомендуются зависимости

$$\Delta m = A \cdot t^B \quad (\text{E.4})$$

$$\text{или } \ln \Delta m = \ln A + B \cdot \ln t \quad (\text{E.5})$$

где Δm – потеря массы, г/м²;

t – длительность испытания, год;

A, B – эмпирические коэффициенты.

Коэффициенты A, B следует определять по методу наименьших квадратов, исходя из линейной зависимости (E.5) между логарифмами потери массы (Δm) и длительностью испытания (t)

$$B = \frac{n \cdot \sum(\ln \Delta m \cdot \ln t) - \sum(\ln \Delta m) \cdot \sum(\ln t)}{n \cdot \sum(\ln t)^2 - (\sum(\ln t))^2}; \quad (\text{E.6})$$

$$\ln A = \frac{1}{n} \cdot \left(\sum(\ln \Delta m) - B \cdot \sum(\ln t) \right), \quad (\text{E.7})$$

где n – число образцов от каждой плавки, а при использовании средних значений – количество съёмов.

Определив коэффициенты A и B для каждой плавки, рассчитывают прогноз потери массы за любой период испытания. Рекомендуется выполнять прогноз потери массы для значений 5, 10, 20, 30 лет.

Приложение Ж

(справочное)

Методика определения экспериментальных эффективных коэффициентов концентрации напряжений β

Ж.1 Экспериментальный эффективный коэффициент концентрации напряжений β следует определять по формуле

$$\beta = \frac{2 \cdot \sigma_{-1}}{\sigma_{rk} \cdot (1 - \rho)} - \frac{(1 + \rho)}{(1 - \rho)} \psi \geq 1, \quad (\text{Ж.1})$$

где σ_{-1} – ограниченный предел выносливости для образцов исследуемой стали при $\rho = -1$, определенный по результатам статистической обработки данных испытаний в соответствии с таблицей А.1 (этап 6.4);

σ_{rk} – ограниченной предел выносливости для образца с концентратором напряжений при $\rho = r$, где r – выбранный режим нагружения образца.

ρ – коэффициент асимметрии цикла;

$\psi = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_B}$ – коэффициент, связывающий ограниченный предел выносливости при $\rho = -1$ и временное сопротивление исследуемой стали;

σ_B – временное сопротивление при статическом растяжении образцов исследуемой стали, определенное по результатам статистической обработки данных испытаний в соответствии с таблицей А.1 (этапы 1.2, 1.3).

Ж.2 Оба ограниченных предела выносливости определяют на базе $N=2 \cdot 10^6$ циклов.

Ж.3 Экспериментальные эффективные коэффициенты концентрации напряжений β определяют для режимов нагружения ρ , температуры проведения испытаний и характера концентраторов напряжения образцов в соответствии с таблицей А.1 (этапы 6.4–6.8).

Приложение И

(рекомендуемое)

Сварной модельный образец для испытаний на сопротивление усталости

И.1 Геометрические размеры и сварные соединения модельного образца для испытаний на сопротивление усталости приведены на рисунке И.1.

Спецификация элементов модельного образца приведена в таблице И.1.

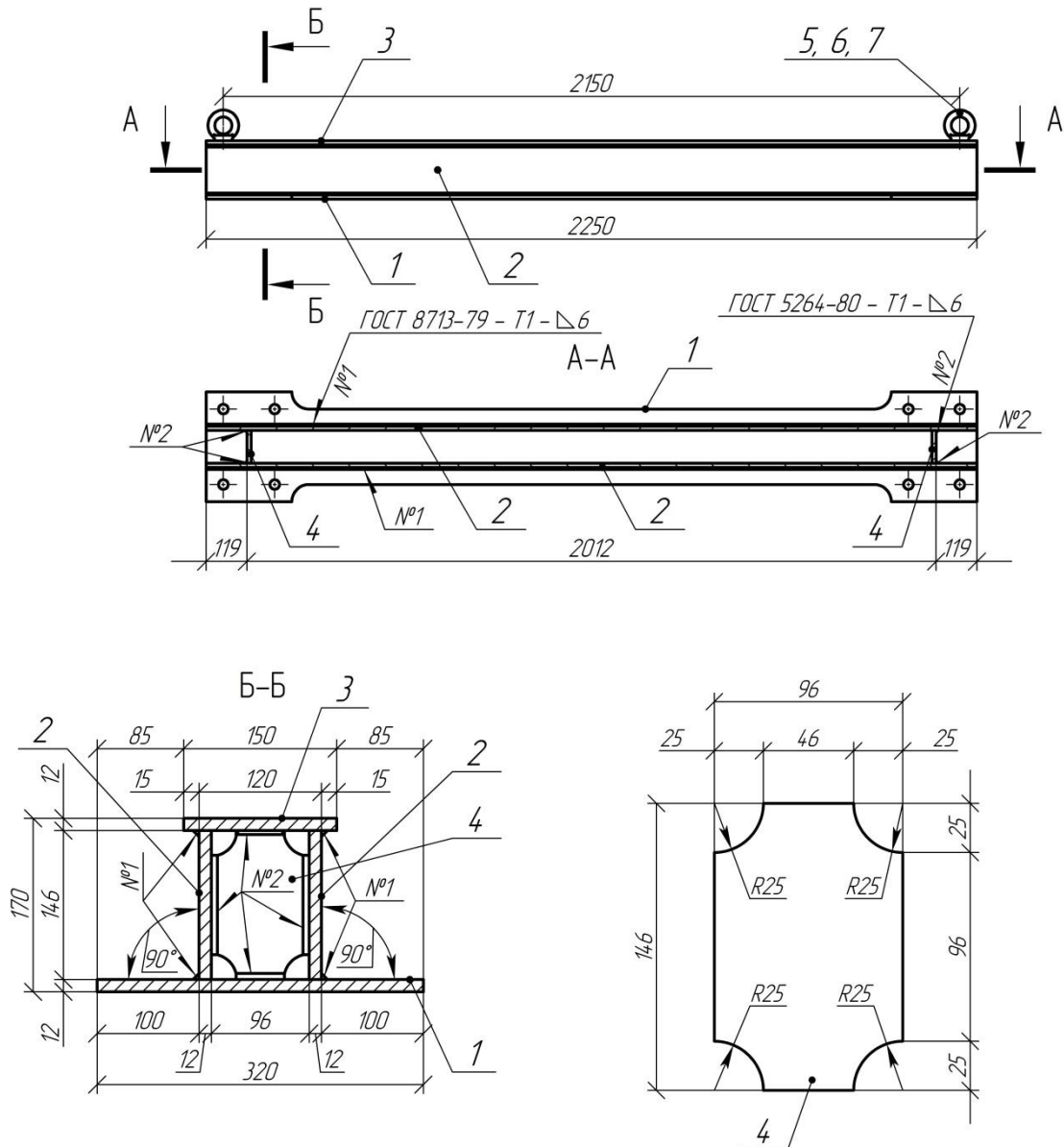


Рисунок И.1, лист 1

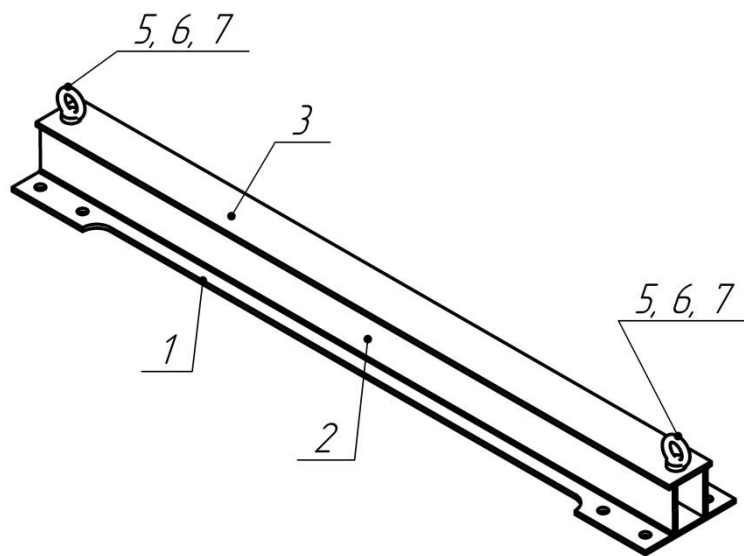
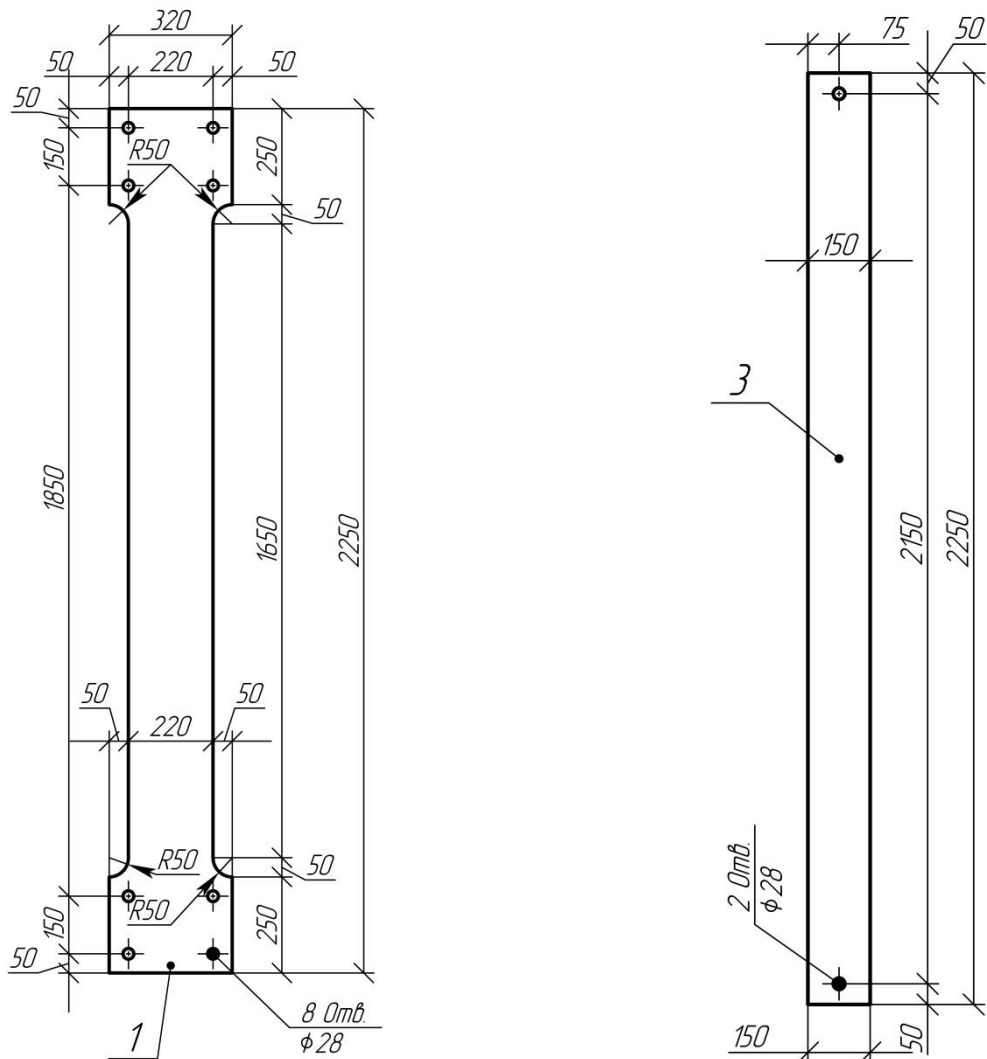
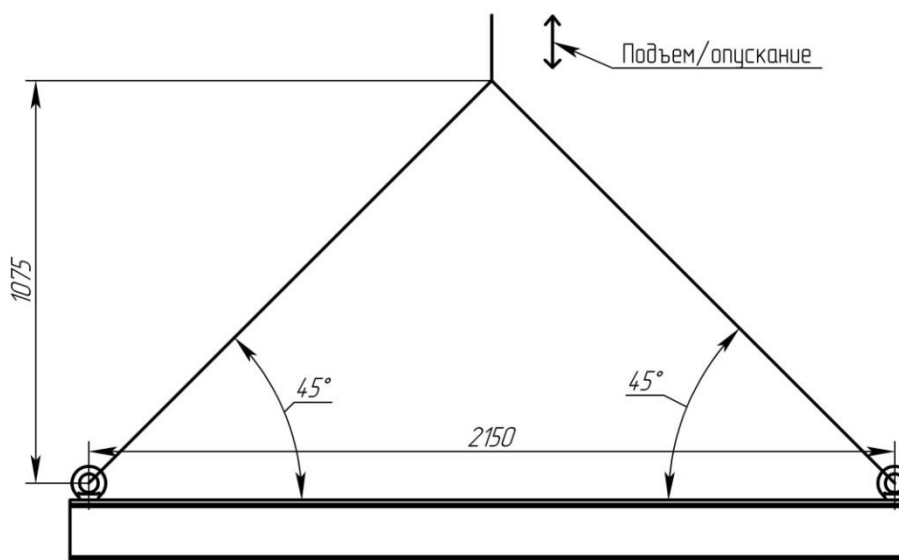


Рисунок И.1, лист 2

Таблица И.1 – Спецификация

Поз.	Наименование	Кол.
1	Нижний горизонтальный лист	1
2	Вертикальный лист	2
3	Верхний горизонтальный лист	1
4	Диафрагма	2
	<u>Стандартные</u>	
	<u>изделия</u>	
5	Рым-болт М24х3.019 ГОСТ 4751-73	2
6	Шайба А.24.01.08кп.016 ГОСТ 11371-78	2
7	Гайка М24-6Н8.016 (S36) ГОСТ 5915-70	2
Примечание – Масса модельного образца с учетом сварных швов и стандартных изделий составляет 150 кг.		

И.2 Схема строповки модельного образца при проведении работ с использованием кранового оборудования, обеспечивающая его безопасный подъем/опускание и перемещение к месту установки на испытательное оборудование, приведена на рисунке И.2



Примечания

- 1 Указана схема строповки с учетом грузоподъемности одного рым-болта в плоскости кольца в размере 500 кг.
- 2 Расчетная грузоподъемность двух рым-болтов по принятой схеме строповки составляет 1000 кг.

Рисунок И.2

Приложение К

(рекомендуемое)

Сварной модельный образец для испытаний на хладостойкость ударной нагрузкой

К.1 Геометрические размеры и сварные соединения модельного образца для испытаний на хладостойкость ударной нагрузкой приведены на рисунке К.1.

Спецификация элементов модельного образца приведена в таблице К.1.

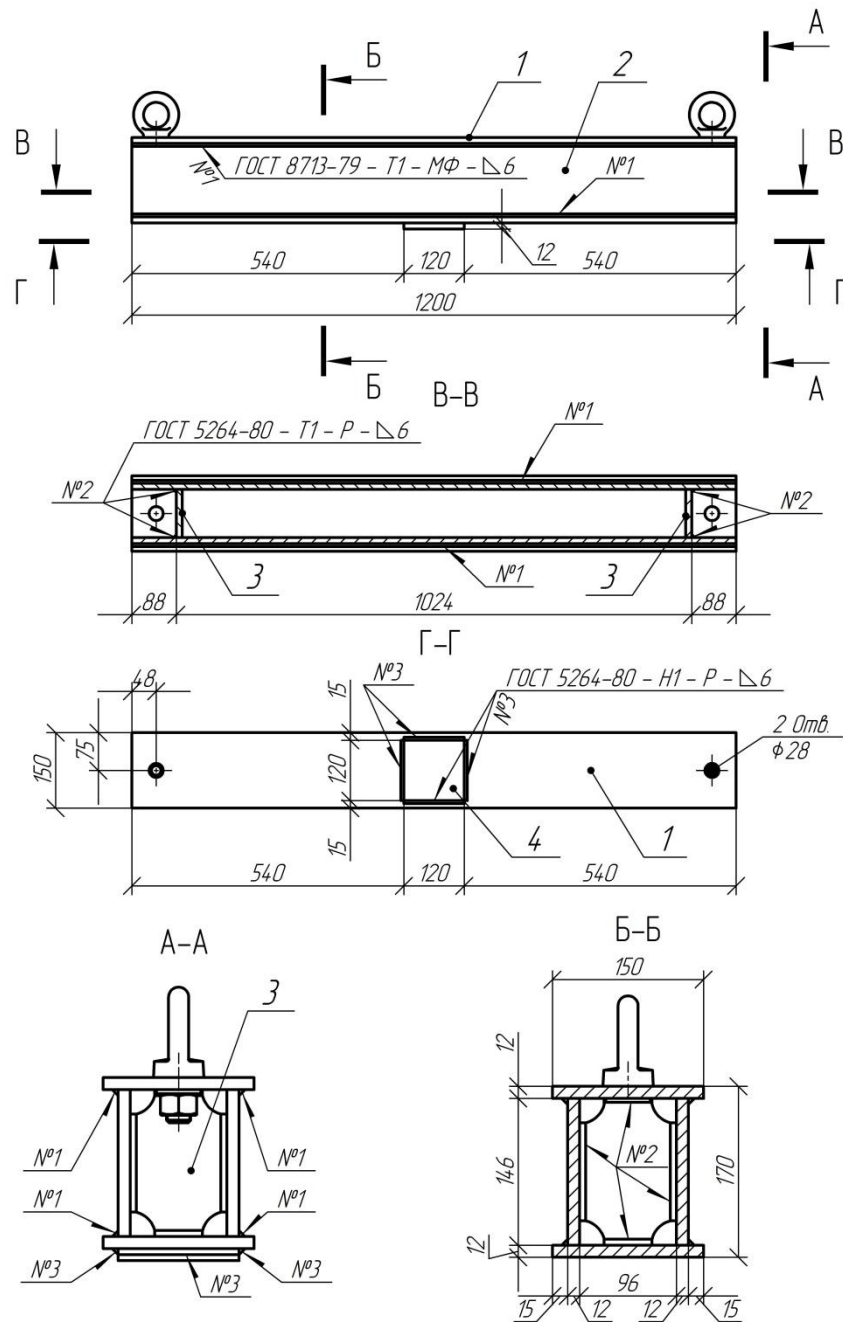


Рисунок К.1, лист 1

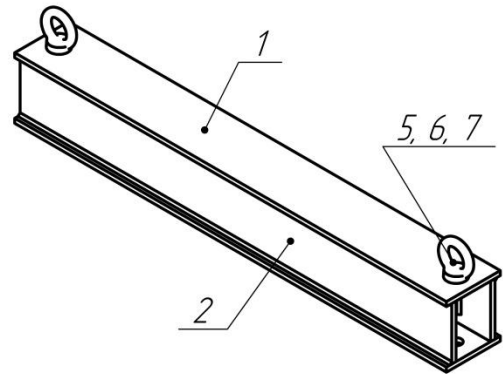
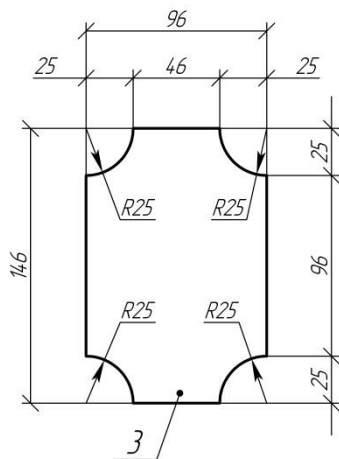
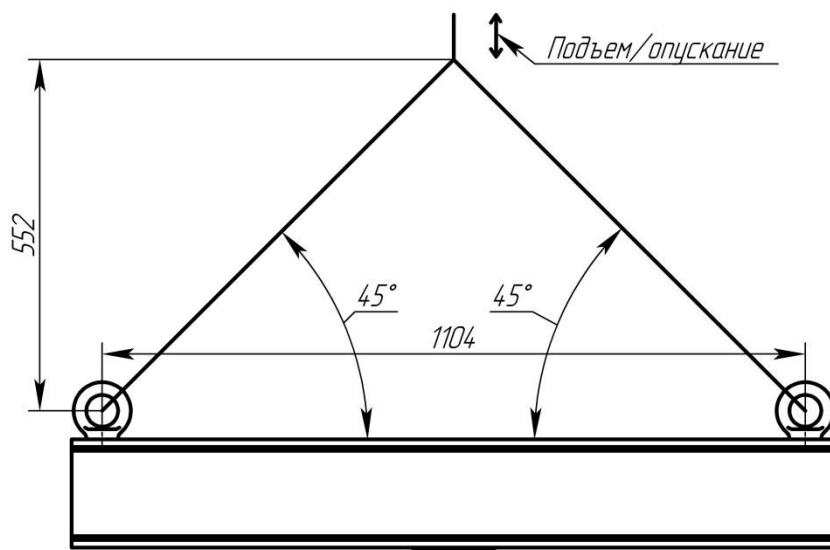


Рисунок К.1, лист 2

Таблица К.1 – Спецификация

Поз.	Наименование	Кол.
1	Горизонтальный лист	2
2	Вертикальный лист	2
3	Диафрагма	2
4	Нижняя накладка	1
	<u>Стандартные</u>	
	<u>изделия</u>	
5	Рым-болт М24х3.019 ГОСТ 4751-73	2
6	Шайба А.24.01.08кп.016 ГОСТ 11371-78	2
7	Гайка М24-6Н8.016 (S36) ГОСТ 5915-70	2
Примечание – Масса модельного образца с учетом сварных швов и стандартных изделий составляет 73 кг.		

К.2 Схема строповки модельного образца при проведении работ с использованием кранового оборудования, обеспечивающая его безопасный подъем/опускание и перемещение к месту установки на испытательное оборудование, приведена на рисунке К.2



Примечания

- 1 Указана схема строповки изделия, с учетом грузоподъемности одного рым-болта в плоскости кольца в размере 500 кг.
- 2 Расчетная грузоподъемность двух рым-болтов по принятой схеме строповки составляет 1000 кг.

Рисунок К. 2

Приложение Л

(рекомендуемое)

Обработка результатов усталостных испытаний методом прямолинейной корреляции

Л.1 Обработку результатов усталостных испытаний серии образцов для определения ограниченного предела выносливости рекомендуется проводить методом прямолинейной корреляции (далее – метод) в соответствии с настоящим приложением.

Л.2 Метод исследует зависимость между величиной максимальных напряжений σ_{\max} в образцах листового металлопроката при испытаниях на усталость и количеством пройденных циклов N . Связь между двумя величинами будет корреляционной (в отличие от функциональной), если при определении значений одной из них другая может иметь несколько значений вследствие естественного рассеяния результатов испытаний. Количество значений двух массивов исследуемых данных $\{x_i\}$ и $\{y_i\}$ должно быть одинаковым.

Мерой линейной связи (тесноты) между такими статистическими величинами является линейный коэффициент корреляции r .

Л.3 С помощью коэффициента линейной корреляции r представляется возможным исследование выносливости при следующих условиях:

- зависимость между величинами σ и N должна быть для испытательной серии линейной или может быть приведена к ней при обработке результатов испытаний путем замены $\sigma - N$ на $\sigma - \lg N$;

- база испытаний должна быть меньше числа циклов N , которому соответствует перелом кривой выносливости, построенной в полулогарифмических $\sigma - \lg N$ координатах. Допускается построение кривой выносливости в логарифмических $\lg \sigma - \lg N$ координатах.

Л.4 Испытания целесообразно проводить при напряжениях, превышающих предел выносливости. Это позволяет установить связь при малом числе циклов N .

Л.5 В качестве коэффициента линейной корреляции r при обработке двух массивов данных $\{x_i\}$ и $\{y_i\}$ по Л.2 рекомендуется коэффициент линейной корреляции Пирсона.

Л.6 Коэффициент линейной корреляции r_{YX} для определения тесноты связи двух массивов данных $\{\sigma_i^{\max}\}$ и $\{\lg N_i\}$ следует определять по формуле

$$r_{YX} = \left| \frac{M_{YX}}{n\sigma_Y\sigma_X} \right| \leq 1, \quad (\text{Л.1})$$

где $M_{YX} = \sum_{i=1}^n (\sigma_i^{\max} - \bar{Y})(\lg N_i - \bar{X})$ – сумма произведения отклонений от среднего значения максимального напряжения в серии испытаний и отклонений от среднего значения логарифма числа циклов в серии испытаний;

σ_i^{\max} – значение максимального напряжения для i образца в серии испытаний;

$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\sigma_i^{\max})$ – среднее значение максимального напряжения в серии испытаний;

n – количество образцов в серии испытаний;

i – порядковый номер образца в серии испытаний;

$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\lg N_i)$ – среднее значение логарифма числа циклов в серии испытаний;

$\lg N_i$ – значение логарифма числа циклов для i образца в серии испытаний;

$\sigma_Y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\sigma_i^{\max} - \bar{Y})^2}$ – среднее квадратичное отклонение для максимального напряжения в серии испытаний;

$\sigma_X = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\lg N_i - \bar{X})^2}$ – среднее квадратичное отклонение для логарифма числа циклов в серии испытаний.

Л.7 Коэффициент вариации максимального напряжения μ_Y в серии испытаний следует определять по формуле

$$\mu_Y = \frac{\sigma_Y}{\bar{Y}}, \quad (\text{Л.2})$$

где σ_Y, \bar{Y} – значения величин согласно Л.6.

Л.8 На основании результатов обработки данных испытаний рекомендуется выполнить построение линии выносливости, используя линейное корреляционное уравнение

$$f(x) = \bar{Y} + r_{YX} \frac{\sigma_Y}{\sigma_X} (x - \bar{X}), \quad (\text{Л.3})$$

где $f(x)$ – функция максимальных напряжений в серии испытаний;

$x = \lg N_i$ – значения логарифма числа циклов в серии испытаний;

i – порядковый номер образца в серии испытаний.

Л.9 Меру индивидуального рассеяния σ_{YX} следует определять по формуле

$$\sigma_{YX} = \sigma_Y \sqrt{1 - r_{YX}^2}, \quad (\text{Л.4})$$

где σ_Y, r_{YX} – значения величин согласно Л.6.

Л.10 Вероятностную ошибку ограниченного предела выносливости δ_Y следует определять по формуле

$$\delta_Y = \pm \frac{\sigma_{YX}}{\sqrt{n}} \quad (\text{Л.5})$$

где σ_{YX} – мера индивидуального рассеяния по формуле (Л.4);

n – количество образцов в серии испытаний.

Л.11 Зону возможных отклонений ограниченного предела выносливости следует определять по уравнению

$$f_1(x) = f(x) \pm \delta_Y, \quad (\text{Л.6})$$

где $f(x)$ – функция максимальных напряжений в серии испытаний по Л.8;

δ_Y – вероятностная ошибка ограниченного предела выносливости по формуле (Л.5).

Л.12 Зону индивидуальных отклонений ограниченного предела выносливости следует определять по уравнению

$$f_2(x) = f(x) \pm \sigma_{YX}, \quad (\text{Л.7})$$

где $f(x)$ – функция максимальных напряжений в серии испытаний по Л.8;

σ_{YX} – мера индивидуального рассеяния по формуле (Л.4).

ГОСТ Р (проект, первая редакция)

Л.13 Вычисления по формуле (Л.1) рекомендуется проводить в табличной форме. Пример вычислений приведен в таблице Л.1.

Пример – Обработка данных усталостных испытаний. Определение ограниченного предела выносливости. Построение линии выносливости.

Таблица Л.1

№ образца	σ_i^{\max} , МПа	$(\sigma_i^{\max} - \bar{Y})$, МПа	$(\sigma_i^{\max} - \bar{Y})^2$	N_i	$\lg N_i$	$(\lg N_i - \bar{X})$	$(\lg N_i - \bar{X})^2$	$(\sigma_i^{\max} - \bar{Y})(\lg N_i - \bar{X})$
1	22,5	-1,771	3,138	1440174	6,158	0,319	0,1018	-0,5653
2	26,51	2,239	5,012	365204	5,563	-0,277	0,0766	-0,6195
3	25,5	1,229	1,510	720019	5,857	0,018	0,0003	0,0222
4	24,3	0,029	0,001	453871	5,657	-0,182	0,0333	-0,0052
5	22,6	-1,671	2,793	1785647	6,252	0,413	0,1702	-0,6894
6	25,5	1,229	1,510	724058	5,860	0,020	0,0004	0,0252
7	24,76	0,489	0,239	631872	5,801	-0,039	0,0015	-0,0189
8	23,8	-0,471	0,222	1372443	6,137	0,298	0,0889	-0,1406
9	26,4	2,129	4,531	189311	5,277	-0,562	0,3160	-1,1965
10	22,8	-1,471	2,165	824290	5,916	0,077	0,0059	-0,1130
11	26,2	1,929	3,720	280644	5,448	-0,391	0,1530	-0,7544
12	27,3	3,029	9,173	265483	5,424	-0,415	0,1724	-1,2576
13	21	-3,271	10,702	1695744	6,229	0,390	0,1522	-1,2761
14	21,6	-2,671	7,136	1415098	6,151	0,312	0,0970	-0,8321
15	23,3	-0,971	0,943	722347	5,859	0,019	0,0004	-0,0189
Сумма	364,07	0,000	52,793	–	87,589	0,000	1,370	-7,440

Количество образцов в серии испытаний

$$n = 15$$

Среднее значение максимального напряжения, МПа (Н/мм²)

$$\bar{Y} = \frac{364,07}{15} = 24,271$$

Среднее значение логарифма числа циклов в серии испытаний

$$\bar{X} = \frac{87,589}{15} = 5,839$$

Среднее квадратичное отклонение для максимального напряжения в серии испытаний

$$\sigma_Y = \sqrt{\frac{52,793}{15}} = 1,876$$

Среднее квадратичное отклонение для логарифма числа циклов в серии испытаний

$$\sigma_X = \sqrt{\frac{1,370}{15}} = 0,302$$

Сумма произведения квадратичных отклонений

$$M_{YX} = -7,440$$

Коэффициент линейной корреляции

$$r_{YX} = \frac{-7,440}{15 \cdot 1,876 \cdot 0,302} = -0,875$$

Коэффициента вариации максимального напряжения в серии испытаний

$$\mu_Y = \frac{1,876}{24,271} = 0,077$$

Коэффициента вариации логарифма числа циклов в серии испытаний

$$\mu_X = \frac{0,302}{5,839} = 0,052$$

Линейное корреляционное уравнение

$$f(x) = 24,271 - 0,875 \frac{1,876}{0,302} (x - 5,839)$$

или

$$f(x) = 56,01 - 5,435x$$

Мера индивидуального рассеяния

$$\sigma_{YX} = 1,876 \sqrt{1 - (-0,875)^2} = 0,908$$

Вероятностная ошибка ограниченного предела выносливости, МПа (Н/мм²)

$$\delta_Y = \pm \frac{0,908}{\sqrt{15}} = \pm 0,234$$

Ограниченный предел выносливости σ_r для базы испытаний $N = 2 \cdot 10^6$ циклов на основании полученного линейного корреляционного уравнения в границах вероятностной ошибки $\pm 2\delta_Y$ с обеспеченностью 0,95

$$x = \lg N = \lg(2 \cdot 10^6) = 6,301$$

$$\sigma_r = 56,01 - 5,435x \pm 2\delta_Y = 56,01 - 5,435 \cdot 6,301 \pm 2 \cdot 0,234$$

или

$$\sigma_r = 21,764 \pm 0,468$$

Корреляционное уравнение верхней границы ограниченного предела выносливости

$$\sigma_{r1} = 56,01 - 5,435x + 2\delta_Y = 56,01 - 5,435x + 2 \cdot 0,234$$

или

$$\sigma_{r1} = 56,478 - 5,435x$$

ГОСТ Р (проект, первая редакция)

Корреляционное уравнение нижней границы ограниченного предела выносливости

$$\sigma_{r2} = 56,01 - 5,435x - 2\delta_y = 56,01 - 5,435x - 2 \cdot 0,234$$

или

$$\sigma_{r2} = 55,542 - 5,435x$$

Построение линии выносливости в доверительных границах с обеспеченностью 0,95 приведено на рисунке Л.1

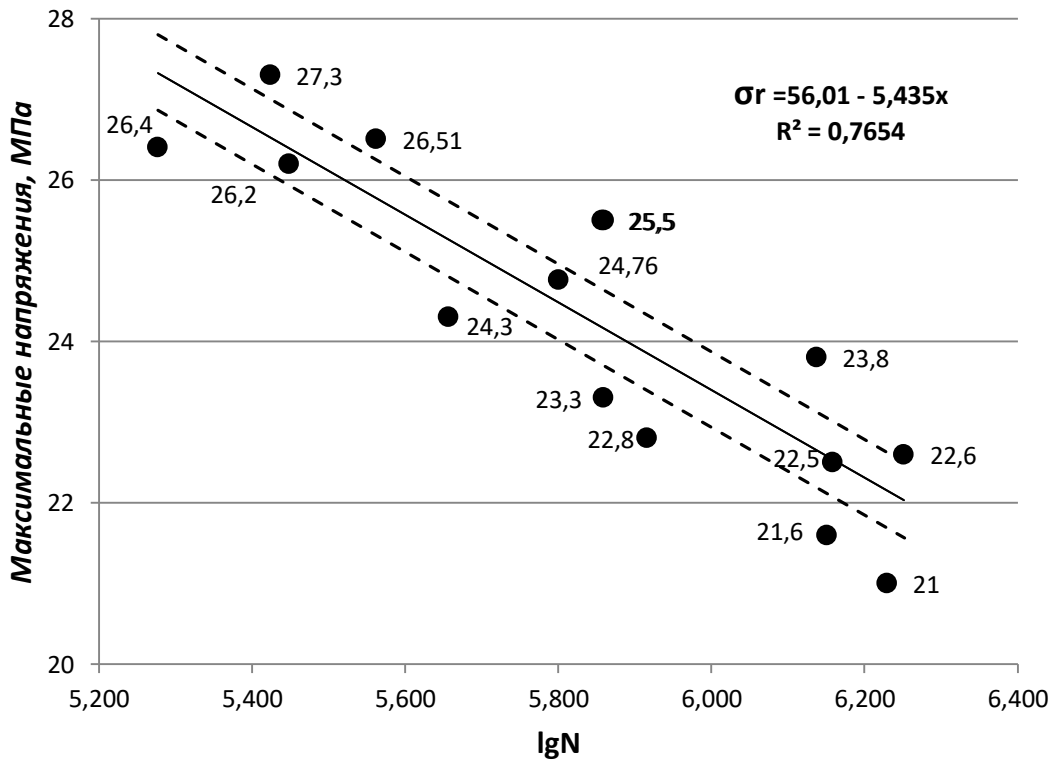


Рисунок Л.1 – Линия выносливости

Библиография

- [1] СТО-ГК «Трансстрой» - 012- 2018 Стальные конструкции мостов. Заводское изготовление
- [2] СТО-ГК «Трансстрой» - 005- 2018 Стальные конструкции мостов. Технология монтажной сварки
- [3] ГОСТ 7.32–2017 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
- [4] СП 28.13330.2017 СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии

УДК 624.21.014.2:620.171.2:006.354

ОКС 93.040

Ключевые слова: мостовые сооружения, методы испытаний, листовой металлопрокат, стальные элементы

Руководитель организации разработчика

Общество с ограниченной ответственностью «Мастерская Мостов»
(ООО «Мастерская Мостов»)

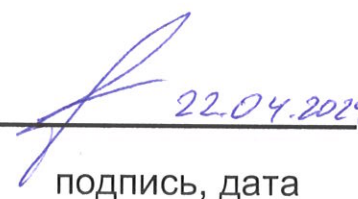
Генеральный директор

 22.04.2024 А.Н. Щербаков

подпись, дата

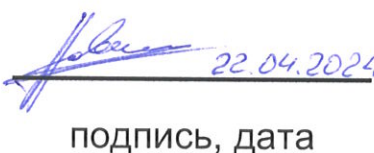
Руководитель разработки

Зам. генерального
директора,
канд. техн. наук

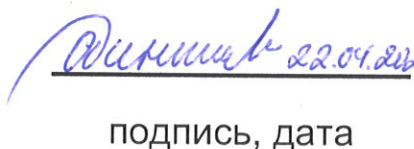
 22.04.2024
подпись, дата Н.В. Илюшин

Исполнители:

Зам. генерального
директора

 22.04.2024
подпись, дата Н.Ю. Новак

Начальник отдела
научных исследований

 22.04.2024
подпись, дата В.В. Одинцов