Госстрой СССР
ГЛАВПРОМСТРОЙПРОЕКТ
СОЮЗМЕТАЛЛОСТРОЙНИИПРОЕКТ
Ордена Трудового Красного Знамени
Центральный научно-исследовательский и проектный институт
строительных металлоконструкций
ЦНИИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ

РУКОВОДСТВО

по обследованию сварных стальных конструкций, выполненных из кипящей углеродистой стали, и разработке мероприятий предупреждающих их хрупкое разрушение

Москва-1979

gost.e-ecolog.ru

Госстрой СССР
Главпромстройпроект
Союзметаллостройниипроект
Ордена Трудового Красного Знамени
Центральный научно-исследовательский и проектный институт
строительных металлоконструкций
ЦНИИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Н.П.Мельников

"31" мая 1979 г.

РУКОВОДСТВО

по обследованию сварных стальных конструкций, выполненных из кипящей углеродистой стали, и разработке мероприятий, предупреждающих их хрупкое разрушение

Москва - 1979 г.

УДК 624.04.25:620.178.2

Настоящее руководство составлено в связи с директивным письмом Госстроя СССР № 26-Д от 20 марта 1979 года "Об обследовании примененных в зданиях и сооружениях несущих сварных стальных конструкций, изготовленных из кипящей стали марки Ст3 по ГОСТ 380-50 и другим ранее выпущенным нормативным документам".

В директивном письме предлагается при обследовании, разработке рекомендаций по устранению дефектов и усилению конструкций руководствоваться инструктивным письмом по методике обследования состояния сварных стальных конструкций, выполненных из кипящей стали, и разработке мероприятий предупреждающих их хрупкое разрушение (НР-69-Б-109), выпущенным в 1966 году.

Учитывая, что некоторые положения инструктивного письма, в настоящее время, претерпели изменения, а нормативные документы указанные в инструктивном письме утратили действие, появилась необходимость в разработке настоящего руководства.

Руководство содержит указания по методике обследования конструкций и разработке мероприятий по предупреждению хрупких разрушений несущих металлических конструкций, выполненных из кипящей углеродистой стали.

Руководство составлено на основе обобщения опыта эксплуатации сварных стальных конструкций и проведенных исследований.

Настоящее руководство разработано в проектной части Отдела экспериментальных исследований (ОЭИпр) под руководством Ерохина И.П. при участии Глинкова А.А., Петрова А.М. (ОСМК) и Гладштейна Л.И. (ОИСМ).

Руководство рассчитано на инженерно-технических работников служб эксплуатации промышленных зданий и сооружений, проектных, научно-исследовательских и монтажных организаций.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Общие положения	4
2. Подбор и изучение технической документации	8
3. Дополнительные анализы металла и оценка его качества	II
4. Обследование состояния сварных стальных конструкций	I4
5. Заключение о состоянии сварных стальных конструкций и возможности их дальнейшей эксплуатации	2I
6. Мероприятия по предупреждению хрупкого разрушения сварных стальных конструкций ...	23

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Руководство предусматривает мероприятия по предупреждению хрупкого разрушения и указания по обследованию основных видов металлических конструкций (стропильные и подстропильные фермы, балки перекрытий, колонны и др.) изготовленных из углеродистой кипящей стали по ГОСТ 380-4I, ГОСТ 380-50, разработанных в соответствии с Техническими условиями на проектирование стальных конструкций Н и ТУ-I-46, Н и ТУ-I2I-55, ТУ-I04-53.

Обследованию подлежат стальные конструкции в которых в отличие от требований изложенных в СНиП II-В.3-72 "Стальные конструкции. Нормы проектирования" таблица 50 применена Сталь 3 кипящая и допущены решения не отвечающие изложениям в СНиП II-В.3-72 конструктивным требованиям в части предотвращения возможности хрупкого разрушения.

I.2. Хрупкое разрушение стальных строительных конструкций является опасным видом разрушения, часто оно возникает при низком уровне напряжений от действующих нагрузок, быстро распространяется и приводит во многих случаях к полному разрушению конструкций.

В виду значительного числа факторов, определяющих зарождение и развитие хрупкого разрушения, оно имеет статистический характер, поэтому основное направление при разработке мероприятий по предупреждению хрупкого разрушения в конструкциях, выполненных из кипящей стали сводится к тому, чтобы снизить вероятность разрушения путем осуществления конструктивных и технологических мероприятий.

Отличительной особенностью хрупкого разрушения является: наличие кристаллического излома, состоящего из отдельных фасеток с металлическим блеском, отсутствие или малая величина (до I-2%) макроскопических пластических деформаций в зоне разрушения, высокие скорости распространения трещин.

I.3. Основные факторы, влияющие на склонность стальных конструкций к хрупкому разрушению:

I) Температура. Одним из основных факторов, влияющих на склонность стальных элементов и узлов металлоконструкций к хрупкому разрушению, является температура эксплуатации.

С понижением температуры, склонность стали к хрупкому разрушению значительно возрастает.

2) Концентраторы напряжений. Наличие концентраторов напряжений и их геометрическая форма в значительной степени предопределяет вероятность возникновения хрупкого разрушения в стальных конструкциях. Опасность концентраторов напряжений определяется следующими особенностями изменения поля напряжений в их окрестности: у концентраторов напряжений возникает местное повышение наибольшего главного растягивающего напряжения; в зоне концентратора изменяется характер напряженного состояния.

Особенно опасен концентратор напряжений, в окрестности которого создается объемно-напряженное состояние, близкое к равноосному растяжению. В этом случае максимальные касательные напряжения оказываются очень низкими, благодаря чему релаксация напряжений за счет пластической деформации затрудняется, а вероятность возникновения хрупкой трещины возрастает.

К числу наиболее опасных концентраторов напряжений относятся также трещины металлургического, технологического или эксплуатационного происхождения. Трещины, даже небольшой протяженности (от нескольких миллиметров, до нескольких сантиметров) резко уменьшают энергию деформации, необходимую для зарождения и распространения разрушения, а также способствуют резкому понижению усилий, приводящих к разрушению элементов конструкций при пониженных температурах. Наиболее часто трещины образуются в швах или околошовной зоне при сварке, а также в результате малоцикловой или многоцикловой усталости при изготовлении, транспортировке, монтаже и эксплуатации конструкций.

3) Геометрические размеры элементов, узлов и конструкций в целом. С увеличением размеров металлических конструкций их стойкость против хрупкого разрушения уменьшается (масштабный эффект) и возрастает вероятность наличия в них более существенных дефектов, а также увеличивается запас упругой энергии, которая накапливается в системе в результате упругих деформаций, вызванных воздействием приложенных нагрузок. Оба указанных фактора способствуют возникновению хрупких разрушений.

При увеличении толщины проката резко падает сопротивление его хрупкому разрушению, особенно при наличии концентраторов напряжений, поскольку с увеличением толщины возрастает влияние трехосного напряженного состояния, что возможно и при одинаковом качестве проката разных толщин. Кроме того, наблюдающееся часто на практике ухудшение качества проката с увеличением его толщины, является дополнительным фактором, способствующим хрупкому разрушению элементов большой толщины. Поэтому толщина прокатных элементов металлоконструкций является одним из существенных факторов, предопределяющих надежность эксплуатируемых при пониженных температурах конструкций. Хрупкое разрушение элементов конструкций из проката толщиной менее 6 мм маловероятно. Наиболее подвержены хрупкому разрушению элементы конструкций из проката толщиной свыше 12 мм.

4) Характер нагружения. Большое значение имеет характер нагружения конструкций и вид напряженного состояния, возникающего в отдельных узлах и элементах конструкций.

Наибольшую опасность хрупкого разрушения представляют ударные и циклические нагрузки.

Ударные нагрузки обусловливают появление в конструкциях импульсов напряжений, действующих в течение короткого времени, недостаточного для протекания процессов пластической релаксации напряжений у концентраторов, что способствует возникновению хрупкого разрушения.

Циклические нагрузки особенно опасны тем, что создают условия для постепенного и скрытого накопления повреждений в том числе микро- и макротрещин в металле, которые на определенной стадии могут вызвать распространяющееся с огромной скоростью хрупкое разрушение.

Хрупкое разрушение может появиться только в таких элементах, в которых по крайней мере однозначные напряжения являются растягивающими. С точки зрения хрупкого разрушения наиболее опасным является комбинация нагрузок, приводящих к появлению в элементах конструкций объемного напряженного состояния с тремя главными растягивающими напряжениями, близкими между собой по абсолютному значению. Затем следует плоское напряженное состояние и, наконец, наименее опасным является линейное напряженное состояние.

5) Уровень напряжений. Весьма важными факторами являются также характер распределения и уровень значений нормальных растягивающих напряжений. Чем выше уровень растягивающих напряжений, тем больше вероятность возникновения и развития хрупкого разрушения.

Вероятность возникновения хрупкого разрушения увеличивается с увеличением степени неоднородности эпюры напряжений.

6) Качество стали. Качество стали является одним из главных факторов, определяющих способность элементов конструкций противостоять хрупкому разрушению. Оно зависит от марки стали и технологии ее изготовления и предопределяется ее химическим составом и, в основном, размером зерна, формой и распределением структурных составляющих, методом раскисления стали, характером предшествующих деформационных и термических воздействий.

По степени раскисленности наименее стойкими против хрупкого разрушения являются кипящие стали ввиду повышенного содержания кислорода, увеличенного размера зерна и резкой неоднородности в распределении углерода, серы и фосфора по толщине проката. Очень большое влияния на склонность стали к хладноломкости оказывает размер зерна. Чем мельче зерно стали, тем выше ее способность сопротивляться хрупкому разрушению при отрицательных температурах. Среди химических элементов углеродистой строительной стали, наиболее вредными, с точки зрения хрупкого разрушения, являются: фосфор, сера, азот, кислород, водород. Повышенное содержание углерода также неблагоприятно сказывается на склонности стали к хладноломкости; при прочих равных условиях стали с содержанием углерода $C < 0,16\%$ оказываются более стойкими против хрупкого разрушения, чем стали с содержанием углерода C 0,17-0,22%, особенно если углерод превосходит указанное значение. Предварительная пластическая деформация, особенно в сочетании с последующим нагревом до температур порядка 200-300^0 (деформационного старения особенно опасен в углеродистых кипящих сталях.

7) Технология изготовления и монтажа. В процессе изготовления и монтажа металлических конструкций, в результате проведения ряда технологических операций, могут возникать условия, способствующие последующим хрупким разрушениям при эксплуатации конструкций при пониженных температурах.

Сварка может привести к созданию концентраторов напряжений в виде подрезов, непроваров, трещин и т.д. В зоне сварного шва металл претерпевает структурные изменения, благоприятствующие хрупкому разрушению (появление грубой крупнозернистой структуры с неметаллическими включениями в металле шва и основном металле вблизи границы сплавления; динамическое старение под влиянием термодеформационных циклов сварки, особенно при сварке на морозе, насыщение металла сварного соединения водородом).

Сварка приводит к возникновению в металле внутренних напряжений, которые, суммируясь с напряжениями от приложенных нагрузок, могут увеличивать объемность напряженного состояния и повышать накопленную энергию упругих деформаций, чем способствовать хрупкому разрушению. Образованию протяженных хрупких разрушений способствует также неразъемность сварной конструкции.

Технологические операции, связанные с пластической деформацией, могут привести к повышению склонности стали к хладноломкости в результате, как собственно деформационных воздействий, так и возможности возникновения процессов последующего старения.

Надрывы и трещины малоцикловой усталости могут возникнуть в элементах сварных конструкций с низкой изгибной жесткостью, имеющих концентраторы напряжений при неоднократных кантовках в процессе изготовления и монтажа или при транспортировке. Например, встречаются повреждения фасонок ферм, прикрепляющих элементы решетки к поясам. Надрывы и трещины в фасонках появляются у окончания фланговых или лобовых швов при отгибе поясов, вызванном неудачной строповкой.

2. ПОДБОР И ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

2.1. Техническая документация по обследуемым металлоконструкциям может находиться: в проектном отделе или УКСе завода; в организации, производившей монтаж конструкций; на заводе-изготовителе конструкций; в проектной организации, проектировавшей данный объект.

2.2. В состав технической документации входит: паспорт на сооружение; рабочие чертежи стальных конструкций КМ;

деталировочные чертежи стальных конструкций КМД; документы, характеризующие проектные нагрузки; документы (крановые книги, паспорта на оборудование и др.), характеризующие фактические нагрузки и их изменения в процессе эксплуатации; заводские сертификаты на поставленные стальные конструкции; документы (сертификаты и др.), удостоверяющие качество примененных для конструкций материалов-стали, стальных канатов, метизов, электродов, электродной проволоки и др.; документы о согласовании допущенных отступлений от проекта (согласованные отступления от проекта должны быть нанесены монтажной организацией на чертежах КМД); акты приемки скрытых работ; данные геодезических замеров при проверке разбивочных осей и установке конструкций; журналы работ; описи удостоверений (дипломов) о квалификации сварщиков, производивших сварку конструкций при монтаже, с указанием присвоенных им цифровых или буквенных знаков; акты на допущенные отступления от проекта и на недоделки, обнаруженные при сдаче конструкций в эксплуатацию; акты приемочных комиссий; документы, подтверждающие контроль качества сварных швов физическими методами (в случае если в проекте предусмотрен контроль сварных швов повышенными способами); акты на повреждения и ведомости дефектов, выявленных в процессе эксплуатации; акты на ремонтные работы, а также на работы по усилению конструкций; документы приемочных испытаний и испытаний в процессе эксплуатации; данные геодезической съемки, производимой в процессе эксплуатации; в необходимых случаях - данные о грунтах и допускаемых нагрузках на грунт.

2.3. Из комплекта рабочих чертежей КМ должны быть отобраны: данные о проектных нагрузках, постоянных и временных, с указанием мест их приложения (лист нагрузок); планы цеха, поперечные и продольные разрезы, узлы конструкций; планы разбивки анкерных болтов; расчеты конструкций.

2.4. Из комплекта деталировочных чертежей КМД отбираются чертежи конструкций, подлежащих обследованию: монтажные схемы колонн, вертикальных связей и подстропильных ферм; монтажные схемы подкрановых балок и тормозных площадок; монтажные схемы стропильных ферм и связей по верхним и нижним поясам ферм.

Примечание: каждая монтажная схема должна быть укомплектована деталировочными чертежами конструкций.

2.5. В сертификатах на металл, электроды сварочную проволоку, метизы и т.д. должно быть указано; наименование завода-поставщика, номер сертификата на поставляемую продукцию, номер заказа, наименование заказчика, дата и номер плавки, марка стали и дата проката, номер ГОСТа; группа поставки, марка стали способ выплавки, степень раскисления, гарантированные характеристики.

Примечание: к сертификатам должны быть приложены результаты механических испытаний и химических анализов, а также результаты испытаний на загиб в холодном состоянии и ударную вязкость, предусмотренные проектом.

2.6. Документом, подтверждающим качество работ при изготовлении стальных конструкций и соответствие их проекту, является сертификат, выданный отделом технического контроля (ОТК) завода-изготовителя по окончании всего заказа или отдельных его частей.

В сертификате должно быть указано, наименование завода изготовителя стальных конструкций, № сертификата на стальные конструкции, № заказа, наименование заказчика, наименование объекта, масса конструкций по чертежам КМД, даты начала и конца изготовления; наименование организации, выполнившей рабочие чертежи КМ, шифр и №№ чертежей; наименование организации, выполнившей деталировочные чертежи КМД, шифр и №№ чертежей; выполнение стальных конструкций (марка по чертежам КМД) в соответствии с нормами (указываются нормативные документы); марки сталей выполненных конструкций (по требованию заказчика прикладываются выписки из сертификатов заводов-поставщиков с механическими, химическими и другими качественными показателями по каждому виду проката); качество материалов, примененных при изготовлении конструкций, которое должно удовлетворять требованиям действующих СНиП и требованиям проекта (их перечень с указанием марок стали и ссылкой на №№ сертификатов); место хранения сертификатов на металл и документов испытания сварщиков.

2.7. Документами, подтверждающими качество работ при монтаже стальных конструкций, являются: акты приемки скрытых работ; данные геодезических замеров при проверке разбивочных

осей и установке конструкций; документы (сертификаты), удостоверяющие качество материалов, примененных при монтаже конструкций (стали, заклепок, электродов, электродной проволоки, метизов, и других материалов, обусловленных проектом); документы, удостоверяющие квалификацию сварщиков, производивших сварку конструкций на монтаже, их дипломы и присвоенные им цифровые или буквенные знаки; журнал работ - дневник монтажной площадки, отражающий дату, температуру воздуха, какие конструкции в этот день монтировались (с перечислением марок), какие производились сварочные работы (на воздухе, в закрытом помещении) и т.д.; документы о согласовании допущенных отступлений от проекта, акты на приемку законченных работ.

2.8. Документом, характеризующим фактические нагрузки, является лист нагрузок, составленный в соответствии с п.4,20 настоящего Руководства.

3. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ АНАЛИЗЫ МЕТАЛЛА И ОЦЕНКА ЕГО КАЧЕСТВА

3.I. Дополнительные испытания материала конструкций производятся при отсутствии сертификатов или недостаточности имеющихся в них данных, а также в случае, если сертификатные данные дают основание предполагать наличие существенных отклонений основных характеристик металла от действующих норм и связанной с этим повышенной хладноломкостью стали (например, при содержании в стали, по данным плавочного анализа ковшевой пробы, углерода, серы и фосфора на верхнем пределе гарантированных значений по ГОСТ).

3.2. Для выполнения дополнительных анализов металла производится:

а) статическое растяжение образцов (определяется временное сопротивление, предел текучести, относительное удлинение);

б) испытание образцов на ударную вязкость при температурах $+20^{\circ}$ и -20°С;

в) химический анализ стали (выявляется содержание углерода, кремния, марганца, серы и фосфора, а для проката завода "Азовсталь" также и мышьяка);

г) выявления распределения сернистых включений, способом отпечатков по Бауману.

3.3. Пробы для испытаний отбираются от партии элементов. К одной партии относятся элементы (но не более 30) одного вида проката (лист, уголок, двутавры и т.д.), одинаковые по номерам, толщинам, маркам стали и входящие в состав однотипных конструкций (прогонов, ферм, подкрановых балок, колонн и т.п.) одной поставки или одного периода изготовления (если изготовление производилось на строительной площадке).

3.4. Количество и размер заготовок, вырезанных из элементов одной партии, зависит от выбранных видов испытаний и от количества образцов для каждого вида испытаний, которое должно быть следующим:

Вид испытаний	Кол-во элементов от партии	Количество проб (образцов)	
		из элемента	всего от партии
Испытание на растяжение	2	I	2
Химический анализ	3	I	3
Ударная вязкость			
при $+20^{\circ}$	2	$\geqslant 3$	$\geqslant 6$
при -20°	2	$\geqslant 3$	$\geqslant 6$
Отпечатки по Бауману	2	I	2

Размеры заготовок определяются количеством и размером образцов, которые должны быть из них вырезаны (рекомендуются не меньше I00x50 мм). При вырезке заготовок кислородным пламенем принимается припуск на механическую обработку не менее одной толщины.

3.5. Все образцы для механических испытаний вырезаются: из сортового и фасонного проката - вдоль направления прокатки, а из листового и широкополосного - поперек направления прокатки.

3.6. Отбор проб для определения химического состава производится в соответствии с ГОСТ 7565-73, а заготовок для механических испытаний, в соответствии с ГОСТ 7564-73. Взятие проб и вырезка заготовок из элементов производится на участках наименьших силовых воздействий (например, непри-

крепляемые полки уголков стержней у фасонок и т.д.). При этом должна быть обеспечена прочность и устойчивость ослабленных элементов.

3.7. Стружка для химического анализа отбирается по всей толщине проката и, по возможности, равномерно по всему поперечному сечению элемента в количестве не менее 50 г (от одного элемента). При невозможности взять стружку по всему поперечному сечению элемента допускается отбор стружки сверлением на всю толщину проката в средней трети ширины элемента или полки профиля.

Перед отбором стружки поверхность элемента в месте взятия пробы должна быть тщательно очищена от окалины, краски, грязи, ржавчины, масла и влаги (до металлического блеска).

3.8. На отобранных заготовках должны наноситься клейма керном или краской; стружка должна быть упакована и замаркирована. На отобранные заготовки и стружку составляется ведомость с указанием сооружения, ряда, оси, элемента, профиля, места вырезки, клейма.

3.9. Химический анализ стали производится по ГОСТ 22536.I-77÷22536.6-77.

3.I0. Изготовление образцов и их испытание на статическое растяжение производится по ГОСТ I497-73; рекомендуются плоские образцы типа I или II короткие ($l_o = 5{,}65\sqrt{F_o}$).

В исключительных случаях при невозможности вырезки заготовки необходимых размеров допускается изготовление и испытание пропорциональных цилиндрических образцов (гагаринских) типа II или III, коротких ($l_o = 5d_o$).

3.II. Изготовление образцов для определения ударной вязкости и их испытание при нормальной и пониженной температуре производятся по ГОСТ 9454-78. При этом используются образцы типа I с U -образным надрезом.

3.I2. Темплеты для выявления распределения сернистых включений способом отпечатков по Бауману вырезаются: из листовой и широкополосной стали - вдоль направления прокатки, а из сортового или фасонного проката - поперек направления прокатки. Рабочая поверхность шлифа должна лежать в плоскости, перпендикулярной плоскости прокатки. Для листовой и широкополосной стали шлиф должен иметь поверхность I50 x δ мм (где δ - толщина проката); для сортового и фасонного проката

поверхность шлифа должна быть равна поперечному сечению профиля или половине профиля от кромки до оси симметрии. Подготовка и обработка шлифов производится в соответствии с ГОСТ 5639-65 и ГОСТ 1778-70.

3.13. О качестве стали и ее сопротивляемости хрупкому разрушению судят на основании сопоставления результатов дополнительных испытаний с нормами химического состава и механических свойств материала, регламентированного действующим СНиП для данной конструкции.

В случае, если результаты дополнительных испытаний удовлетворяют предъявляемым требованиям, металлопрокат может быть признан годным для дальнейшей эксплуатации.

4. ОБСЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СВАРНЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

4.1. Обследование конструкций производится после подбора и изучения технической документации.

4.2. Обследование конструкций производится с целью: проверки соответствия конструкций проекту, выявления дефектов, выявления фактических условий и особенностей эксплуатации конструкций.

4.3. Проверка соответствия конструкций проекту производится путем сравнения натуры с рабочими чертежами КМД. При этом необходимо выполнить:

1) натурные замеры основных геометрических параметров (пролетов и высот балок, ферм, шагов колонн и др.);

2) замеры поперечных сечений рабочих элементов конструкций, длин и толщин сварных швов, диаметров заклепок и болтов;

3) замеры местоположения стыков, изменений сечений, ребер жесткости, соединительных элементов, связей, опорных частей и т.п.;

4) сопоставление с проектом конструкций стыковых соединений, наличия специальной обработки (например, пристрожки отдельных элементов в местах сопряжения и т.п.), конструкций опорных частей; количества и расположения заклепок и болтов в стыках и узлах.

4.4. Обследованию с целью выявления дефектов подвергаются: подкрановые пути, подкрановые балки с их тормозными

конструкциями, балки рабочих площадок (и другие несущие балочные конструкции), колонны (стойки), стропильные и подстропильные фермы, прогоны, связи. Обследованием должны быть выявлены все имеющиеся дефекты.

4.5. При удовлетворительном качестве изготовления и монтажа металлических конструкций, обследование может быть выборочным.

Если выборочным обследованием будут вскрыты недопустимые дефекты, необходимо произвести обследование всех конструкций.

4.6. К дефектам, способствующим возникновению опасности хрупкого разрушения, относятся:

1) трещины всех видов, направлений и размеров;

2) узлы и детали с высокими местными напряжениями от воздействия сосредоточенных нагрузок или в результате деформаций деталей при изготовлении, транспортировке и монтаже (например, гибка, правка и т.п.);

3) узлы с резкими концентраторами напряжений (например, вследствие неудачной конструкции сварного соединения) в особенности при сочетании с высокими местными напряжениями, ориентированными поперек направления действующих растягивающих напряжений;

4) сосредоточение, сближение и резкое изменение направлений сварных швов в узлах и элементах конструкций (пересечение стыковых швов стенки балки со швами, прикрепляющими ребра жесткости, а также сближение этих швов со стыковым швом стенки на расстояние менее 40 мм; примыкание сварных швов, прикрепляющих ребра жесткости к поясным швам при отсутствии скосов в торцах ребер, за исключением нижних торцов опорных ребер; приближение сварных швов ребер жесткости к швам стыков на расстоянии менее 10 толщин стенки; примыкание сварных швов в местах пересечения вертикальных и горизонтальных ребер жесткости при отсутствии скосов у одного из ребер в месте их пересечения; сближение в узлах ферм сварных швов, прикрепляющих к фасонке элементы решетки и пояса на величину менее 40 мм);

5) резкие перепады сечений элементов;

6) прикрепления элементов с эксцентриситетом относительно центра тяжести сварных швов;

7) прикрепления узловых фасонок к поясам ферм прерывистыми швами;

8) наличие в балках коротких ребер жесткости (при отсутствии продольного ребра, к которому они должны привариваться);

9) приваренные к поясам подкрановых балок фасонки (горизонтальных связей) внахлестку без обварки по контуру или встык (без полного провара);

I0) стыковые соединения на накладках, при наличии швов, примыкающих к концам стыкуемых элементов;

II) входящие углы в деталях, не имеющие (в вершине угла) засверленного отверстия (диаметром не менее 25 мм);

I2) наличие отверстий с необработанными кромками, прожженных, неокаймленных по контуру, заваренных;

I3) подрезы основного металла глубиной более 0,5 мм при толщине стали от 4 до I0 мм, и более I мм при толщине стали свыше I0 мм;

I4) вмятины, забоины и другие повреждения поверхности элементов и деталей, возникшие в результате правки в холодном состоянии, а также трещины и надрывы после правки в горячем состоянии;

I5) наличие электрозаклепок;

I6) наличие неудаленных и незачищенных нарушений поверхности: наплавленных дуговой сваркой валиков с целью правки стали; швов, прикреплявших заводские или монтажные приспособления или вырывов металла после их неправильного удаления; шлака, брызг, наплывов металла (особенно в расчетных элементах, работающих на растяжение, или деталях, расположенных вдоль усилия в растянутой зоне изгибаемых элементов); прихваток вне мест расположения швов, служивших для временного скрепления деталей в процессе их обработки или сборки; ожогов дугой, неудаленных приваренных, заводских или монтажных приспособлений;

I7) дефекты сварных швов: отсутствие подварки корня шва в стыковых соединениях элементов, несплавления по кромкам угловых швов, плохое оформление швов (швы, не имеющие гладкой или мелкочешуйчатой поверхности, без плавного перехода к основному металлу, с наплывами, прожогами, сужениями, перерывами); неполное проплавление кромок стенки в верхних поясных швах подкрановых балок; наличие непровара в стыко-

вых швах; шлаковые включения; скопления газовых пор, превышающие допустимые по СНиП II-I8-75 величины; трещины, незаваренные кратеры, зарубки, надрезы и др. дефекты на поверхности шва; незачищенные заподлицо с основным металлом стыковые швы поясных листов балок;

I8) отсутствие плавного перехода от металла сварного шва к основному металлу в конструкциях, воспринимающих динамические нагрузки, а также отсутствие плавного перехода сечений в стыковых сварных соединениях листов разной толщины.

4.7. Выявление дефектов, с указанием их местоположения, характера и размеров производится путем визуального осмотра конструкций в натуре.

Примечания: I. В тех случаях, когда проектом или действующими СНиП предусмотрен контроль качества сварных швов повышенными способами и отсутствуют документы, подтверждающие проведение этого контроля, а также для выявления в сварных швах внутренних трещин, непроваров, подрезов, пор и шлаковых включений, освидетельствование должно производиться с применением физических методов контроля.

2. При выявлении дефектов подкрановых путей, а также отклонений в положении смонтированных конструкций, применяются геодезические инструменты.

4.8. При проведении обследования конструкций, в первую очередь необходимо обратить внимание на наличие дефектов, представляющих явную опасность с точки зрения возможного хрупкого разрушения, например трещины в основном металле, в сварных швах и околошовной зоне, не только видимые невооруженным глазом, но и трещины, которые могут быть обнаружены с помощью луп или другими более совершенными методами контроля (например дефектоскопами).

4.9. Возникновение трещин возможно в элементах и узлах, имеющих дефекты, перечисленные в п. 4.6.

Примечание: Наличие трещин наиболее вероятно в конструкциях, работающих в особо тяжелых условиях и непосредственно подверженных динамическим или вибрационным воздействиям (например, подкрановые балки, балки рабочих площадок, пролетные строения и опоры транспортерных галерей, фасонки стропильных и подстропильных ферм и др.).

4.I0. При выявлении трещин следует обратить особое внимание на сварные соединения и узлы:

I) в колоннах и стойках - стыковые соединения, узлы примыкания элементов конструкций, опорные узлы;

2) в стропильных и подстропильных фермах - опорные узлы, стыки поясов (особенно в растянутых зонах), сварные швы, расположенные поперек действующего в растянутых элементах усилия, зоны сближения сварных швов на всех узловых фасонках;

3) в подкрановых балках - зоны сближения сварных швов (например, в сопряжениях ребер жесткости с поясами, в местах пересечения ребер жесткости и др.), сварные стыки (особенно в растянутых зонах), узлы прикрепления тормозных ферм, места прикрепления тормозного листа и опорных диафрагм, околошовные зоны у концов коротких ребер жесткости, опорные узлы, рельсовые крепления.

4.II. Основным способом выявления трещин является осмотр элементов и узлов конструкций.

Признаками наличия трещин являются: подтеки ржавчины, выходящие на поверхность металла и шелушение краски.

Перед осмотром металлические конструкции должны быть очищены от грязи и пыли. Места возможного наличия трещин должны быть очищены также от коррозии и зачищены до металлического блеска.

Сварные швы должны быть очищены кроме того от краски и шлака с помощью металлических щеток. При очистке запрещается наносить по швам удары зубилом или молотком, оставляющие вмятины и зарубки на наплавленном и основном металле.

В сомнительных случаях соответствующий участок металла (участок сварного шва) необходимо зачистить наждачным кругом, напильником, шкуркой и протравить.

Для уточнения наличия трещин следует хорошо заточенным зубилом вдоль предполагаемой трещины снимать небольшую стружку. Разделение стружки свидетельствует о наличии трещины.

Невооруженным глазом должны быть осмотрены все видимые поверхности сварных швов.

Для выявления мелких трещин следует применять лупу с 6-8 кратным увеличением.

4.I2. Для определения степени провара угловых швов, шов засверливается обычным сверлом, диаметр которого на 6 мм больше ширины наружной поверхности шва. Засверливание следует производить по оси шва. Высверленное место осматривается через лупу, затем подвергается травлению 20% раствором азотной кислоты и осматривается вновь для определения гра-

ниц сварного шва. Место травления должно быть промыто водой и высушено.

Для определения степени провара стыковых швов применяются физические методы контроля.

4.13. Непровары и несплавления по кромкам свариваемых деталей наиболее вероятны при сварке соединений в потолочном или вертикальном положениях.

4.14. Визуальным осмотром сварного шва, кроме трещин, можно обнаружить поверхностную пористость, незаполненные кратеры, несплавления по кромкам, подрезы, наплывы, прожоги и дефекты формирования шва.

4.15. К физическим методам контроля сварных швов относятся:

просвечивание рентгеновскими и гамма-лучами,
магнитная порошковая дефектоскопия,
магнитографический,
электромагнитный,
ультразвуковой.

Физические методы контроля применяются в ответственных сварных соединениях после визуального контроля. Физическими методами производится выборочный, а при необходимости сплошной контроль.

Физические методы контроля могут быть осуществлены лишь при наличии соответствующего оборудования и специалистов - контролеров.

Просвечивание рентгеновскими или гамма-лучами чаще производится для стыковых швов, ультразвуковой метод может быть применен для всех типов швов.

Для просвечивания назначаются места на худших участках из числа принятых по внешнему осмотру или места, где более вероятно наличие дефектов.

Перед просвечиванием шов должен быть очищен металлической щеткой от грязи, окалины, брызг и шлака.

4.16. Погнутости, искривления, вмятины, вырезы и отверстия определяются визуальным осмотром с необходимыми замерами, характеризующими размеры дефекта, его ориентацию и местоположение.

При измерениях применяются линейки, натянутые струны (для определения криволинейности элементов) и др. измерительный инструмент.

4.17. Степень поражения металла коррозией определяют установлением вида коррозии: общая (равномерная) и местная (язвенная, питтинговая), а также величины коррозии соответствующими измерениями.

При равномерной коррозии степень поражения металла определяется путем сравнения замеров поперечных сечений с сечением элемента предусмотренным проектом (согласно ГОСТу).

При местной коррозии определяют диаметр и глубину язв или питтингов и их количество на единицу поверхности. Перед замером поверхность элемента должна быть тщательно очищена от старой краски и продуктов коррозии стальными щетками до металлического блеска.

4.18. Все обнаруженные дефекты должны быть занесены в "ведомости дефектов".

Ведомости дефектов составляются по отдельным видам конструкций (подкрановые балки, колонны, стропильные и подстропильные фермы и т.п.) с указанием местоположения дефектного элемента конструкции (ряд, ось, пролет и т.п.) и местоположения дефекта (наименование стержня, панели, расстояния до узла и т.п.). Для облегчения пользования ведомостью, последняя должна быть снабжена специальными схемами с нумерацией стержней, узлов, панелей и т.п.

Дефект должен быть детально описан (при необходимости составляется эскиз дефектного места) с указанием размеров, характеризующих повреждение.

Примечание: Для погнутых элементов (также элементов, имеющих вмятины) должны быть указаны: величина погнутости (вмятины), длина, на которой она распространяется, направление погнутости (например, в плоскости или из плоскости фермы).

4.19. Выявление фактических условий и особенностей эксплуатации имеет целью определение: фактических эксплуатационных нагрузок (их величины, сочетаний, режимов и т.п.); температурных и других условий эксплуатации (воздействие агрессивных сред и т.п.).

4.20. Выявление эксплуатационных нагрузок производится:

I) для крановых нагрузок с учетом фактического расположения действующих кранов на подкрановых путях, расстояния между катками кранов при их максимальном сближении, минимального приближения тележек мостовых кранов к подкрановому рельсу, максимального веса поднимаемого груза, веса кранового моста с электрооборудованием и механизмами передвижения, веса крановых тележек;

2) для нагрузок от покрытия здания с учетом фактического веса кровли (перекрытия) и веса конструкций.

Примечания: I. Необходимые размеры определяются путем натурных замеров;

2. максимальный вес поднимаемого краном груза определяется на основании документов, представляемых работниками, в ведении которых находится эксплуатируемый кран;

3. фактический вес кровли (перекрытия) определяется путем замеров толщин элементов, входящих в ее состав, и контрольным взвешиванием одного квадратного метра покрытия.

4.2I. Выявление условий эксплуатации конструкций производится непосредственно на месте по фактическим данным.

При этом должно быть определено: дата ввода объекта в эксплуатацию, даты и характер проводившихся ремонтов и усилений металлоконструкций, даты ввода в действие и изменений эксплуатационных нагрузок, эксплуатационные температурные условия (теплый цех или холодный, если цех теплый, то для каких конструкций возможна отрицательная температура; минимальная отрицательная температура, в которой находились конструкции за истекший период эксплуатации).

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ О СОСТОЯНИИ СВАРНЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.I. Оценка состояния конструкции и возможности ее дальнейшей эксплуатации производится на основании следующих документов:

I) заключения о соответствии конструкций требованиям проекта и действующих СНиП;

2) заключения о соответствии качества металла нормам действующих стандартов и СНиП, составленное на основании имеющихся сертификатов и результатов дополнительных испытаний;

3) заключения о соответствии нагрузок и режима эксплуатации требованиям проекта и действующих СНиП;

4) заключения о состоянии конструкций с учетом качества их изготовления и монтажа, а также результатов проверочного расчета.

5.2. Дальнейшая эксплуатация конструкции без проведения дополнительных мероприятий может быть допущена при положительных заключениях по п.п. 5.I.I - 5.I.4.

Примечание: За исключением конструкций, относящихся к группам I, II и III в таблице № 50 СНиП II-В.3-72 с изменениями по постановлению Госстроя СССР № I50 от I2.09.75 г., опубликованными в Бюллетене строительной техники 1976 г. № I.

5.3. При наличии большого числа трещин конструкции подлежат замене.

5.4. При положительном заключении по п.п. 5.I.2, 5.I.3 и несоответствии выполненных конструкций требованиям СНиП II-В.3-72 в части конструктивных мероприятий, предупреждающих хрупкое разрушение и если отмеченные несоответствия повлекли образование дефектов типа трещин, то данные узлы или элементы, имеющие дефекты, необходимо отремонтировать, заменить или усилить. При отсутствии трещин эксплуатация разрешается только при организации наблюдения и контроля в соответствии с п.п. 6.4, 6.5.

5.5. Дефекты изготовления, монтажа и эксплуатации подлежат устранению. При невозможности устранения дефектов, конструкции необходимо усилить или заменить.

5.6. Конструкции, относящиеся к группам I, II и III по табл. 50 СНиП II-В.3-72, но изготовленные из кипящей стали, содержащей углерода, серы и фосфора выше норм, предусмотренных ГОСТ 380-7I* для стали марки Ст3кп, должны быть заменены.

5.7. Конструкции из кипящей стали, для которых химический состав готового проката удовлетворяет требованиям ГОСТ 380-7I* для стали марки Ст3кп, но ударная вязкость ниже норм, регламентированных СНиП II-В.3-72 для данной конструкции, после получения неудовлетворительных результатов

дополнительной проверки ударной вязкости при температуре $-20^{\circ}C$, могут эксплуатироваться только при положительных температурах. Эксплуатация таких конструкций при отрицательных температурах допускается только после их усиления.

5.8. Для конструкций из кипящих сталей, для которых фактические значения предела текучести и временного сопротивления ниже норм, предусмотренных СНиП II-B.3-72 и ГОСТ 380-71*, должен быть проведен проверочный расчет. Расчетное сопротивление растяжению, сжатию и изгибу прокатной стали принимается по фактическим минимальным значениям предела текучести в соответствии с нормами СНиП II-B.3-72 ($R = \sigma_T / 1{,}1$).

5.9. В случае выявления отклонений действующих нагрузок, условий эксплуатации, геометрических размеров и формы элементов конструкций от предусмотренных проектом, возможность эксплуатации конструкции определяется расчетом в соответствии с действующими нормами и правилами. В случае необходимости конструкция должна быть усилена, разгружена или заменена новой.

5.10. По совокупности результатов обследования составляется заключение о состоянии конструкций и возможности их дальнейшей эксплуатации, а в случае необходимости, перечень мероприятий по предупреждению хрупкого разрушения.

6. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ СВАРНЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

6.1. К наиболее распространенным мероприятиям могут быть отнесены: ремонт, усиление, замена, устройство страховочных конструкций, утепление конструкций и их элементов и др. Необходимые мероприятия должны осуществляться по специально разработанному проекту. Проект составляется на основании заключения о состоянии конструкций и перечня необходимых мероприятий по устранению обнаруженных дефектов.

6.2. Все работы по устранению дефектов и усилению должны производиться в соответствии с требованиями СНиП III-18-75.

Примечание: Усиление сварных швов и элементов металлоконструкций под нагрузкой должно выполняться в соответствии с "Руководством по усилению элементов стальных конструкций с применением сварки", ЦНИИпроектсталь-конструкция, Москва, 1979 г.

6.3. Все работы по ремонту, усилению, разгрузке, замене и утеплению конструкций должны актироваться. После завершения работ конструкции должны быть осмотрены и приняты техническим контролером.

6.4. За выполненными из кипящей стали с отступлением от требований СНиП конструкциями, в которых при обследовании были обнаружены дефекты, способствующие возникновению хрупкого разрушения, после устранения дефектов, усиления и изменения режима эксплуатации (например утепления) должен быть установлен систематический надзор. Кроме того, эти конструкции должны подвергаться периодическому обследованию.

6.5. Для осуществления систематического надзора в соответствии с п.6.4 должна быть организована специальная служба.

Систематическому надзору подвергаются все места конструкций, в которых проводились работы по ремонту, усилению, и устранению дефектов, а также места, способствующие возникновению хрупкого разрушения, в которых при первичном обследовании не было обнаружено трещин.

Все места, подлежащие надзору, должны быть отмечены краской и освещены.

Систематический надзор должен осуществляться во все время эксплуатации сооружения.

6.6. Повторное обследование указанных выше конструкций должно быть проведено по истечении одного года после осуществления принятых в проекте мероприятий.

6.7. Вопрос о сроках последующих обследований устанавливается на основании данных повторного обследования.

Все вновь обнаруженные дефекты должны быть отмечены в ведомостях дефектов и немедленно устранены.

Примечание: Эксплуатация конструкций при отрицательной температуре и наличии неустраненных трещин не допускается.

Ответственный за выпуск И.П. Ерохин
Технический редактор Л.А.Пыжова

Л-19422. Подписано в печать 15/VI-79.
Формат 60х84/16. Объем 1,5 п.л. Тираж 500 экз.
Цена 25 коп. Заказ 93

Отпечатано на ротапринте ЦНИИПСК

gost.e-ecolog.ru