СП 79.13330.2012 Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний. Актуализированная редакция СНиП 3.06.07-86 (с Изменением N 1, 3)

СП 79.13330.2012

СВОД ПРАВИЛ

МОСТЫ И ТРУБЫ ПРАВИЛА ОБСЛЕДОВАНИЙ И ИСПЫТАНИЙ

Bridges and culverts. Rules of examination and test

Актуализированная редакция

СНиП 3.06.07-86

ОКС 93.040

Дата введения 2013-01-01

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ "О техническом регулировании", а правила разработки - постановлением Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2008 г. N 858 "О порядке разработки и утверждения сводов правил".

Сведения о своде правил

1 ИСПОЛНИТЕЛЬ - ОАО "ЦНИИС"

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 "Строительство"

3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом архитектуры, строительства и градостроительной политики

4 УТВЕРЖДЕН приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30.06.2012 г. N 273 и введен в действие с 1 января 2013 г.

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Пересмотр СП 79.13330.2011 "СНиП 3.06.07-86 Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний".

Информация об изменениях к настоящему своду правил публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе "Национальные стандарты", а текст изменений и поправок - в ежемесячно издаваемых информационных указателях "Национальные стандарты". В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление

будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе "Национальные стандарты". Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования - на официальном сайте разработчика (Минрегион России) в сети Интернет

ВНЕСЕНО Изменение N 1, утвержденное и введенное в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. N 962/пр с 17.06.2017; Изменение N 3, утвержденное и введенное в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 26 декабря 2017 г. N 1717/пр с 27.06.2018

Введение

Настоящий свод правил составлен с целью повышения уровня безопасности людей в зданиях и сооружениях и сохранности материальных ценностей в соответствии с Федеральным законом от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений", Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ "О техническом регулировании" и Федеральным законом от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности", а также с целью повышения уровня гармонизации нормативных требований с европейскими и международными нормативными документами, применения единых методов определения эксплуатационных характеристик и методов оценки.

Настоящий свод правил содержит нормы и правила по проведению обследований и испытаний мостовых сооружений и труб под насыпями.

Работа выполнена авторским коллективом: ОАО "ЦНИИС" (д-р техн. наук А.А.Цернант; кандидаты техн. наук Ю.В.Новак, Ю.М.Егорушкин - ответственный исполнитель, Э.А.Балючик, А.А.Сергеев, В.С.Мыцик; инженер Р.И.Рубинчик) при участии: ЗАО "ИМИДИС", МАДИ (д-р техн. наук А.И.Васильев), ФГУП "РОСДОРНИИ" (д-р техн. наук В.И.Шестериков, канд. техн. наук М.И.Шейнцвит), МАДИ (В.И.Кухтин).

Работа над изменением N 1 выполнена: АО ЦНИИС (кандидаты техн. наук Ю.М.Егорушкин - ответственный исполнитель, *Н.В.Илюшин*, *Ю.В.Новак*, *А.Д.Соколов*; инженеры *В.В.Одинцов*, *Н.Ю.Новак*, *А.А.Гладков*, *Р.И.Рубинчик*) при участии: ЗАО "Институт "ИМИДИС" (д-р техн. наук *А.И.Васильев*, канд. техн. наук *А.С.Бейвель*), ООО "Автодор-Инжиниринг" (канд. техн. наук *А.В.Анисимов*), ЗАО "НИЦ "Мосты" (канд. техн. наук *Э.А.Балючик*, *А.А.Сергеев*, *В.С.Мыцык*).

Изменение N 3 к настоящему своду правил выполнено авторским коллективом АО ЦНИИС (канд. техн. наук Ю.М.Егорушкин - ответственный исполнитель, канд. техн. наук Н.В.Илюшин, канд. техн. наук Ю.В.Новак, канд. техн. наук А.Д.Соколов, В.В.Одинцов, Н.Ю.Новак, А.А.Гладков, Р.И.Рубинчик) при участии ЗАО "Институт "ИМИДИС" (д-р техн. наук А.И.Васильев, канд. техн. наук А.С.Бейвель, Б.И.Кришман, Е.В.Фальковский), ООО "Автодор-Инжиниринг" (канд. техн. наук А.В.Анисимов).

1 Область применения

Настоящий свод правил распространяется на обследования, статические и динамические испытания и обкатку мостовых сооружений (мостов, путепроводов, виадуков, эстакад и т.д.) - далее мосты и водопропускных труб под насыпями - далее трубы, запроектированных под подвижные временные нагрузки и расположенных на железных дорогах, линиях метрополитена и трамвая, автомобильных дорогах (включая дороги промышленных предприятий), на улицах и дорогах городов и населенных пунктов, а также мостов и труб, запроектированных под особые виды нагрузок (от трубопроводов, каналов и др.):

обследования и испытания, выполняемые после завершения строительства (реконструкции, капитального ремонта) при приемке сооружений в эксплуатацию;

обследования и испытания сооружений, находящихся в эксплуатации.

Свод правил не распространяется:

на исследовательские обследования, проводимые проектными, научно-исследовательскими и другими организациями;

на исследовательские испытания, проводимые до стадии разрушения конструкций;

на контрольные обследования и испытания конструкций, узлов и деталей, выполняемые при их изготовлении и монтаже.

2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества

ГОСТ 8829-94 Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости

ГОСТ 9454-78 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах

ГОСТ 10060-2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости

ГОСТ 10922-2012 Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязаные и механические соединения для железобетонных конструкций. Общие технические условия

ГОСТ 12004-81 Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение

ГОСТ 12730.5-84 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости

ГОСТ 15140-78 Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии

ГОСТ 17624-2012 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности

ГОСТ 17625-83 Конструкции и изделия железобетонные. Радиационный метод определения толщины защитного слоя бетона, размеров и расположения арматуры

ГОСТ 18895-97 Сталь. Метод фотоэлектрического спектрального анализа

ГОСТ 19912-2012 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием

ГОСТ 22362-77 Конструкции железобетонные. Методы измерения силы натяжения арматуры

ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля

ГОСТ 22904-93 Конструкции железобетонные. Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры

ГОСТ 23858-79 Соединения сварные стыковые и тавровые арматуры железобетонных конструкций. Ультразвуковые методы контроля качества. Правила приемки

ГОСТ 24846-2012 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений

ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация

ГОСТ 26589-94 Мастики кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний

ГОСТ 28570-90 Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций

ГОСТ 31149-2014 (ISO 2409:2013) Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом решетчатого надреза

ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния

ГОСТ 31993-2013 (ISO 2808:2007) Материалы лакокрасочные. Определение толщины покрытия

ГОСТ 33119-2014 Конструкции полимерные композитные для пешеходных мостов и путепроводов. Технические условия

ГОСТ Р 12.0.010-2009 Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков

ГОСТ Р 22.1.12-2005 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования

ГОСТ Р 52804-2007 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний

СП 35.13330.2011 "СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы" (с изменением N 1)

СП 46.13330.2012 "СНиП 3.06.04-91 Мосты и трубы" (с изменением N 1)

СП 126.13330.2012 "СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве".

Примечание - При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации 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 свода правил 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 нормативном документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **безопасность движения:** Возможность безопасного (безаварийного) движения по мосту (под мостом) транспортных средств и пешеходов, обеспеченная надежностью его конструкции.

3.2 **грузоподъемность моста:** Характеристика, соответствующая наибольшему классу эксплуатационной нагрузки заданной структуры, при которой исчерпывается несущая способность конструкции.

3.3 **дефект:** Несоответствие элемента нормативным и проектным требованиям, образовавшееся до ввода сооружения в эксплуатацию.

3.4 **износ:** Показатель состояния мостового сооружения или его частей, отражающий степень снижения потребительских свойств в связи с накоплением повреждений.

3.5 **испытательная нагрузка:** Нагрузка определенной величины, создаваемая, как правило, транспортными средствами, расставляемыми по заранее установленным схемам.

3.6 **компьютерная измерительная система:** Комплект электронных приборов, коммуникаций, электронных вычислительных средств и программ для регистрации и обработки результатов измерений.

3 . 7 **конструктивный коэффициент:** Отношение измеренных значений исследуемого параметра напряженно-деформированного состояния конструкции при загружении испытательной нагрузкой к расчетным значениям от той же нагрузки.

3.8 **мониторинг технического состояния:** Система наблюдения и контроля во времени технического состояния сооружения, в том числе инструментальными методами, с целью поддержания необходимого уровня его потребительских свойств.

3.9 **обкатка моста:** Вид испытания моста под рельсовый и большегрузный транспорт.

3.10 **обследование:** Исследование технического состояния конструкций, включающее ознакомление с технической документацией, осмотр сооружения, инструментальные измерения, выполняемые с целью оценки уровня потребительских свойств сооружения и выработки рекомендаций по его эксплуатации.

3.11 **осмотр моста (трубы):** Визуальное освидетельствование сооружения с составлением ведомости дефектов и повреждений.

3.12 **остаточный срок службы:** Прогнозируемый срок службы сооружения от момента обследования до момента прекращения его эксплуатации.

3 . 1 3 **повреждение:** Несоответствие конструкции установленным требованиям, возникшее в процессе эксплуатации.

3.14 **потребительские свойства:** Параметры, отражающие функциональные (грузоподъемность, пропускная способность, безопасность движения и долговечность), технологические, социально-экономические, экологические, противопожарные и другие свойства мостового сооружения.

3.15 **предпроектное обследование:** Обследование мостового сооружения или трубы, включающее дополнительные исследования, необходимые для разработки рекомендаций по способам и объемам восстановительных работ.

3.16 **силовая трещина:** Трещина в конструкции, образовавшаяся вследствие воздействия нагрузки.

3.17 **температурная трещина:** Трещина в бетоне, возникающая в результате воздействия температуры.

3.18 **температурно-усадочная трещина:** Трещина, возникающая в бетоне на стадии твердения и эксплуатации в результате воздействия температуры и усадки.

3.19 **техническое состояние:** Фактический уровень потребительских свойств мостового сооружения.

3.20 **усталостная трещина:** Трещина в материале конструкции, возникающая вследствие многократного воздействия нагрузки.

3 . 2 1 **электронная измерительная система:** Комплект электронных приборов, коммуникаций, электронных вычислительных средств и программ для регистрации и обработки результатов измерений.

4 Основные положения

4.1 При приемке в эксплуатацию все мосты и трубы должны быть обследованы; мосты и трубы, указанные в 4.5, должны быть, кроме того, испытаны, а мосты, указанные в 4.7, - обкатаны.

Обследования мостов и труб могут проводиться как самостоятельный вид работ (без проведения испытаний).

Испытания и обкатку сооружений следует проводить только после выполнения обследований с учетом полученных результатов.

4.2 Работы по обследованиям и испытаниям мостов и труб должны выполняться специализированными организациями, независимыми от проектных и строительных организаций, обеспеченными необходимым контрольно-измерительным оборудованием и квалифицированными специалистами.

Обследования и испытания мостов и труб следует проводить по предварительно разработанным программам, составленным исполнителями работ с учетом предложений заинтересованных организаций. Программы обследований и испытаний мостов и труб, должны быть согласованы с заказчиком и утверждены руководителем организации-исполнителя работ. Программы обследований и испытаний мостов и труб, впервые принимаемых в эксплуатацию или принимаемых в эксплуатацию после проведения реконструкции, согласовываются с организацией, разработавшей проект.

Программы для мостов, принимаемых в эксплуатацию, должны быть согласованы с заказчиком и проектной организацией и утверждены руководителем организации - исполнителя работ.

В программах должны быть отражены общая цель и основные задачи предпринимаемых работ, приведены содержание и объемы работ по обследованию, намечены конструкции и их элементы (сечения), подвергаемые исследованию при испытаниях, указаны нагрузки для статических и динамических испытаний, определены виды и состав отчетных технических документов.

Положения программ в части определения величины испытательной нагрузки и намечаемых схем загружений следует разрабатывать на основании расчетного анализа с учетом дефектов и повреждений несущей конструкции.

При наличии на мосту нескольких одинаковых конструкций (пролетных строений, опор), изучение работы которых требуется по 4.5 или 4.6, испытания в полном объеме допускается проводить на одной из конструкций. Остальные конструкции могут подвергаться (выборочно) менее подробным испытаниям (измерение прогибов).

4.3 Руководитель работ может, учитывая особенности объекта, а также местные условия, конкретизировать и дополнить отдельные положения предварительно разработанной программы: наметить проведение отдельных дополнительных видов работ (см. 5.4), определить состав и объем подготовительных работ, уточнить степень подробности осмотра конструкций и объем контрольных измерений, уточнить места установки измерительных

приборов и схемы загружения моста испытательной нагрузкой, наметить наиболее рациональный порядок загружения моста при испытаниях.

Уточнения и дополнения должны быть согласованы с заказчиком.

4.4 При проведении специальных обследований, при необходимости, организации-исполнители привлекают к совместной работе соответствующие профильные организации (водолазные станции, буровые партии, грунтовые лаборатории, группы по контролю технического состояния и правильности эксплуатации электрических и контактных сетей и др.).

Привлекаемые организации должны работать под общим методическим руководством организации, проводящей обследования, а полученные данные (материалы) следует учитывать при принятии решений.

4.5 Испытаниям при приемке в эксплуатацию следует подвергать мосты с впервые применяемыми конструкциями, технологиями и материалами; мосты сложных статически неопределимых систем (в том числе вантовые и висячие); совмещенные и разводные мосты; стальные мосты - с пролетами свыше 100 м, сталежелезобетонные мосты - с пролетами свыше 60 м, железобетонные мосты - с пролетами свыше 50 м; пешеходные мосты; мосты и трубы из композитных материалов.

Испытания других вводимых в эксплуатацию мостов (имеющих большую повторяемость основных несущих элементов, а также при возникновении в процессе обследований опасений за надежность конструкций и т.д.) проводят по решениям приемочных комиссий, по требованиям проектных и эксплуатирующих организаций. Необходимость проведения испытаний в этих случаях должна быть обоснована.

4.6 Испытания эксплуатируемых сооружений следует проводить в случаях, когда грузоподъемность сооружения не может быть определена по результатам обследования.

Необходимость проведения испытаний обосновывает организация, выполняющая обследование. Решение о проведении испытаний принимает организация, осуществляющая эксплуатацию сооружения, по результатам проведенного обследования.

4.7 Вводимые в эксплуатацию и не подвергаемые испытаниям железнодорожные мосты, мосты под пути метрополитена, автодорожные мосты под нагрузки АБ (см. СП 35.13330) должны быть обкатаны.

4.8 Обследования мостов и труб, находящихся в эксплуатации, следует проводить регулярно (в плановом порядке). Периодичность обследования установлена в документах по текущему содержанию сооружений [1-3, 7-10].

4.9 Подготовительные работы, связанные с проведением обследований и испытаний (устройство временных подмостей и смотровых приспособлений с выделением необходимых материалов и рабочей силы, предоставление испытательной нагрузки, регулирование движения на мосту и под мостом в период испытаний и др.), должны выполняться:

на вновь построенных сооружениях - строительной организацией;

на эксплуатируемых сооружениях - организацией, в ведении которой находится объект.

4.10 Обследования и испытания мостов и труб необходимо проводить при благоприятных погодных условиях, когда имеются условия для осмотра всех частей сооружения, не нарушается работа измерительных приборов, нет препятствий для безопасного передвижения испытательной нагрузки, возможно выполнение требований по технике безопасности работ и охране труда персонала, занятого на работах.

Не допускается проводить обследования и испытания: при температуре наружного воздуха при испытаниях ниже минус 20 °С и при обследовании ниже минус 25 °С, при наличии на обследуемых конструкциях снежного покрова, инея, наледи, а также над рекой во время ледостава и ледохода.

4.11 Работы по обследованию и испытаниям мостов и труб необходимо выполнять с соблюдением правил охраны труда и техники безопасности, изложенных в СНиП 12-03, и правил, приведенных в разделе 9.

4.12 Пожарная безопасность обеспечивается средствами профилактики возгорания и пожаротушения, которые должны быть предусмотрены при проектировании и осуществляться в процессе строительства и эксплуатации транспортных сооружений согласно требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

4.13 При выполнении работ по обследованию и испытаниям законченных строительством, реконструированных, отремонтированных и эксплуатируемых мостов и труб следует руководствоваться требованиями СП 35.13330 и СП 46.13330.

5 Обследование мостов и труб

Общие требования

5.1 Основной задачей обследования мостов и труб перед вводом их в эксплуатацию является установление соответствия сооружений утвержденному проекту и требованиям действующих нормативных документов. Обследование может включать испытания (полные или частичные) с целью уточнения напряженно-деформированного состояния и фактической грузоподъемности.

Основными задачами обследований эксплуатируемых мостов и труб являются выявление их фактического состояния, проверка соответствия установленным требованиям, уточнение их грузоподъемности, определение условий дальнейшей эксплуатации. Обследования эксплуатируемых сооружений следует проводить также для решения специальных задач (разработки проектов ремонта, капитального ремонта или реконструкции сооружений, пропуска тяжеловесных транспортных средств и т.д.).

5.2 Различают следующие виды обследований и испытаний:

а) приемочные, после завершения строительства (реконструкции, капитального ремонта);

б) периодические (в том числе диагностика), регулярно не реже одного раза в 5-7 лет, в зависимости от сложности конструкций и состояния моста или трубы, для выявления их фактического состояния, проверки соответствия установленным требованиям, уточнения их грузоподъемности и определения условий дальнейшей эксплуатации;

в) в целях разработки проекта ремонта, капитального ремонта или реконструкции и определения объемов ремонтных работ;

г) специальные, для оценки состояния отдельных конструктивных элементов (в т.ч. фундаментов) или поведения моста под нагрузками и воздействиями.

5.3 При обследовании мостов и труб выполняются следующие основные виды работ:

а) ознакомление с технической документацией;

б) визуальный осмотр с составлением ведомостей дефектов, недоделок и повреждений;

в) контрольные измерения и инструментальные съемки;

г) обработка и анализ результатов с выдачей рекомендаций по эксплуатации сооружения.

Характерные дефекты и повреждения, встречающиеся в различных конструкциях мостов и труб, с указанием наиболее вероятных причин их происхождения, приведены в приложении А.

5.4 В зависимости от состояния сооружения и поставленных при обследовании задач выполняют дополнительные виды работ:

а) оценку потребительских свойств материалов с помощью неразрушающих методов;

б) местные вскрытия арматуры в железобетонных элементах (для выявления состояния арматуры, а также подтверждения результатов, полученных посредством неразрушающих методов);

в) извлечение образцов материалов для определения физико-химических свойств;

г) лабораторные исследования извлеченных образцов материалов;

д) изучение состояния русла;

е) организация длительных наблюдений за состоянием конструкций;

ж) местные вскрытия элементов мостового полотна (верхнего строения пути) для уточнения их толщины и состояния защитного покрытия;

и) определение типа и глубины заложения фундаментов с помощью неразрушающих методов либо путем устройства шурфов;

к) другие работы, в том числе проводимые с участием привлекаемых специализированных организаций.

Извлечение образцов материалов следует проводить из второстепенных и ненапряженных частей и элементов сооружения. Места в конструкции, где извлечены образцы, должны быть восстановлены (заделаны).

Методы исследования материалов мостовых сооружений приведены в приложении Г.

5.5 При обследовании мостов и труб следует применять систему обозначений и нумерацию элементов сооружения, принятую в технической документации или используемую эксплуатирующей организацией. Эта система должна применяться как в полевых, так и в отчетных документах по обследованию.

Ознакомление с технической документацией

5.6 При выполнении обследований и испытаний заказчик представляет исполнителю всю имеющуюся техническую документацию.

5.7 При ознакомлении с технической документацией законченных строительством сооружений, как правило, следует обращать внимание на:

обоснованность и правильность оформления отступлений от утвержденного проекта и действующих нормативных документов;

соответствие характеристик использованных строительных материалов требованиям проекта и нормативных документов;

наличие и качество оформления промежуточной приемки отдельных конструкций (балок сборных пролетных строений, блоков опор и др.), а также выполненных на месте ответственных скрытых работ.

5.8 Ознакомление с технической документацией эксплуатируемых мостов и труб должно включать также изучение материалов и результатов ранее проведенных обследований и испытаний. При этом следует выявить, в какой степени выполнены выданные ранее рекомендации по поддержанию сооружения в исправном состоянии.

Кроме того, должны быть изучены материалы, касающиеся выполнения работ по текущему содержанию (в том числе по выявлению дефектов и повреждений), ремонтам и мониторингу.

Осмотр сооружений

5.9 При осмотре сооружения основное внимание следует уделять выявлению в элементах конструкций дефектов и повреждений (например, трещин, сколов, погнутостей и выпучиваний, расстройств в стыковых соединениях и прикреплениях элементов, коррозионных повреждений, разрушений откосов конусов, струенаправляющих и берегоукрепительных дамб, повреждений водоотвода, гидроизоляции, деформационных швов, уравнительных приборов и других элементов мостового полотна или верхнего строения пути). Необходимо также выявлять в конструкциях места, где вследствие неизбежного скопления грязи, воды, снега, льда возможно интенсивное развитие различных неблагоприятных явлений (коррозионных процессов, замораживания и оттаивания бетона, гниения древесины и др.).

5.10 При осмотре мостов и труб, расположенных в районах распространения

вечной мерзлоты, а также в селеопасных и сейсмически опасных районах, необходимо обращать внимание на состояние и работу имеющихся защитных устройств и конструкций.

5.11 Обнаруженные дефекты и повреждения должны быть с необходимой полнотой описаны в материалах обследований с указанием времени выявления и возможных причин появления. Наиболее опасные, а также характерные повреждения и дефекты должны быть отражены в эскизах (фотографиях).

Контрольные измерения и инструментальные съемки

5.12 Контрольные проверки генеральных размеров сооружения и размеров поперечных сечений, стыков и прикреплений проводятся для оценки соответствия фактических геометрических характеристик сооружения характеристикам, указанным в проектной, исполнительной или эксплуатационной технической документации.

Вид и необходимый объем проводимых контрольных измерений назначает руководитель работ после ознакомления с технической документацией и осмотра сооружения.

5.13 При обследовании мостов съемки с помощью геодезических инструментов проводят в целях:

оценки условий движения по сооружениям (или под ними) транспортных средств и определения соответствия этих условий установленным требованиям;

выявления качества монтажных работ (на вновь построенных сооружениях);

проверки величин уклонов, предусмотренных в сооружении;

геодезического закрепления положения отдельных частей и элементов сооружения для фиксации при последующих обследованиях изменений (в том числе деформаций), возникающих в процессе эксплуатации сооружения.

5.14 С помощью геодезических инструментов в характерных точках сооружения следует устанавливать:

а) на железнодорожных мостах и на мостах под пути метрополитена:

продольный профиль рельсового пути (по каждой нитке);

план рельсового пути (с привязкой его к оси моста или к осям пролетных строений);

продольные профили главных ферм (балок) пролетных строений;

план главных ферм (балок) пролетных строений при приемке мостов в эксплуатацию и в других случаях при обнаружении их смещения в плане;

высотное расположение характерных частей опор моста (подферменников, ригелей, обрезов фундаментов и пр.);

б) на автодорожных и городских мостах:

продольные профили проезжей или прохожей части (на пешеходных мостах);

поперечные профили проезжей (прохожей) части и тротуаров;

продольные профили главных ферм (балок) пролетных строений;

план главных ферм (балок) пролетных строений;

высотное расположение характерных частей опор моста.

Необходимые виды инструментальных съемок, количество створов, поперечников и точек, по которым проводят съемки, намечают в программе обследований и уточняют на месте с учетом указаний, содержащихся в 5.13, а также задач, поставленных в программе, конструктивных особенностей сооружения, наличия и результатов проведенных ранее инструментальных съемок и других обстоятельств.

5.15 При проверке высоты подмостового габарита путепроводов и эстакад следует проводить непосредственные замеры с выявлением минимальных значений.

5.16 Инструментальные съемки следует проводить по надежно зафиксированным точкам или по долговременным маркам (в случае длительных специальных наблюдений) и при благоприятных погодных условиях (4.10).

Высотные отметки следует, как правило, увязывать с постоянными геодезическими реперами.

В материалах по инструментальным съемкам необходимо указывать время проведения съемок, погодные условия, типы и точность применяемых геодезических инструментов, использованные реперы.

5.17 В необходимых случаях (например, при обнаружении просадок или наклонов опор, смещении пролетных строений, развитии трещин, возрастании овальности круглых труб и др.) организация, эксплуатирующая сооружение, устанавливает специальные долговременные марки для ведения мониторинга.

Виды и периодичность измерений устанавливаются специальной программой работ в зависимости от характера и прогнозируемой скорости протекания изучаемых явлений.

5.18 Контрольные измерения и инструментальные съемки при обследовании водопропускных труб следует проводить, руководствуясь приложением А.

6 Испытания мостов

Общие требования

6.1 Испытания мостов и труб проводят с целью контроля их напряженно-деформированного состояния, выявления особенностей работы и соответствия их проектным параметрам и расчетам.

Различают следующие виды испытаний: статические, динамические и обкатка.

6.2 До начала испытаний или обкатки должно быть проведено обследование сооружения в объеме, позволяющем:

установить возможность загружения сооружения испытательной нагрузкой (отсутствие недоделок, снижающих несущую способность сооружения, препятствий на пути передвижения нагрузки и др.);

определить предельно допустимую величину испытательной нагрузки (с учетом норм проектирования и имеющихся в конструкциях дефектов и повреждений);

зафиксировать состояние сооружения для возможности выявления изменений, произошедших в результате проведенных загружений;

наметить условия движения нагрузки при динамических испытаниях (с учетом плана и профиля пути, наличия и расположения на проезде неровностей и др.).

6.3 Параметры применяемых механических приборов и электронных измерительных систем (точность, пределы измерений, частотные характеристики и др.), способы их установки и используемые установочные приспособления должны позволять получать стабильные показания измеряемых величин с необходимой точностью.

6.4 При испытаниях следует защищать приборы от механических, климатических и других воздействий. Если при испытаниях нельзя устранить влияние изменения температуры воздуха на показания приборов, то это влияние следует учитывать установкой специальных датчиков или расчетным путем при обработке показаний приборов.

6.5 Перед проведением испытаний руководителем работ должны быть разработаны и переданы организациям-исполнителям (см. 4.9) перечни мероприятий по обеспечению безопасного проведения испытаний, а также движения транспортных средств и пешеходов на участках дороги, примыкающих к мосту.

Если во время работ, связанных с проведением испытаний, движение по мосту полностью не прекращается, то должны быть предусмотрены меры по обеспечению безопасности движения транспортных средств в стесненных условиях и по перекрытию движения на периоды снятия показаний приборов.

6.6 В случаях, когда показания по установленным измерительным приборам превышают предполагаемые расчетные значения, а также при обнаружении неожиданных изменений в состоянии конструкции (например, при возникновении трещин и выпучиваний в стальных элементах и их соединениях, при появлении признаков выкалывания или раздробления бетона в железобетонных элементах и др.) по решению руководителя работ испытания должны быть прекращены и испытательная нагрузка удалена за пределы испытываемой конструкции.

Дальнейшие испытания могут проводиться только после тщательного обследования состояния конструкций, выяснения причин возникших явлений и оценки их опасности, что должно быть зафиксировано в акте, подписанном компетентными представителями заказчика, проектной организации и организации, проводящей испытания.

Статические испытания

6.7 В процессе статических испытаний измеряются параметры напряженно-деформированного состояния в характерных сечениях конструкций.

В процессе статических испытаний следует измерять:

общие перемещения и деформации сооружения и его частей (пролетных строений, опор и т.д.);

относительные деформации, характеризующие напряжения;

местные деформации (раскрытие трещин и швов, смещения в соединениях и т.п.).

Кроме того, в зависимости от вида конструкций и их состояния и в соответствии с задачами испытаний, могут производиться измерения угловых и взаимных перемещений частей сооружения, усилий в элементах (вантах, шпренгелях) и т.п.

6.8 В качестве нагрузки при статических испытаниях мостов под рельсовый транспорт следует использовать: локомотивы и подвижной состав железных дорог, поезда метрополитена и трамвая; под нагрузку АБ - автомобили особо большой грузоподъемности; под нагрузку АК - как правило, трех- и четырехосные автомобили полной массой 20-35 т. Пешеходные мосты загружают штучными грузами (блоками, мешками с песком и т.д.) или группами людей.

В некоторых случаях (например, при испытании отдельных элементов моста, при определении жесткости конструкции и др.) нагрузка при испытаниях может быть создана домкратами, лебедками, отдельными грузами с фиксацией создаваемых усилий.

6.9 Усилия, возникающие в несущих элементах автодорожных и городских мостов от испытательной нагрузки, должны зависеть от величины усилий, создаваемых нормативной автомобильной нагрузкой, принятой в проекте, с учетом коэффициента надежности по нагрузке, равного единице, и динамического коэффициента не более:

- при приемочных испытаниях: для металлических и композитных мостов - 90%, для железобетонных и сталежелезобетонных мостов - 80%;

- при испытаниях эксплуатируемых мостов, рассчитанных по предельным состояниям, - 80%, по допускаемым напряжениям - 100%.

При испытаниях сооружений с пониженной несущей способностью и сооружений, на которые отсутствует техническая документация, максимальные усилия от испытательной нагрузки определяют путем расчета по действующим нормативным документам с учетом фактического состояния конструкций.

6.10 Усилия от испытательной нагрузки должны быть не менее:

- в элементах автодорожных и городских мостов - 60% усилий от принятой в проекте нормативной нагрузки с учетом динамического коэффициента;

- в элементах мостов под рельсовый и большегрузный транспорт - усилий от наиболее тяжелой обращающейся нагрузки.

Статические испытания пешеходных мостов допускается проводить путем построения экспериментальных линий влияния измеряемых параметров.

6.11 Весовые характеристики транспортных средств, используемых при испытаниях, следует перед проведением работ уточнять. Погрешность определения весовых характеристик должна быть не более 5%.

Массу локомотивов и незагруженного подвижного состава железных дорог, метрополитена, трамвая допускается принимать по паспортным данным.

Перед началом испытаний руководитель работ проводит, при необходимости, уточнение предусмотренных программой схем загружения моста, учитывая фактический состав и массу испытательной нагрузки.

6.12 Первое загружение конструкции испытательной нагрузкой следует проводить постепенно, с контролем за работой сооружения на разных этапах по показаниям отдельных измерительных приборов.

6.13 Время выдержки испытательной нагрузки в каждом из положений следует определять по стабилизации показаний измерительных приборов, по возможности, исключив влияние сторонних факторов.

При необходимости достижения наибольших деформаций конструкции под нагрузкой время выдержки следует назначать в зависимости от наблюдаемого прироста деформаций, материала сооружения, вида и состояния стыковых соединений, предшествующих загружений.

6.14 Загружения конструкций испытательной нагрузкой следует, при необходимости, повторять. Количество повторных загружений определяет руководитель работ.

Динамические испытания

6.15 Динамические испытания проводят в следующих целях:

выявление величин динамических воздействий, создаваемых реальными подвижными нагрузками;

определение основных динамических характеристик сооружения - периодов и форм собственных колебаний, характеристик декремента затухания колебаний.

Динамические коэффициенты для пешеходных мостов не определяются.

6.16 Для испытаний с целью выявления величин динамических воздействий, создаваемых подвижными нагрузками, следует использовать тяжелые нагрузки, которые могут реально обращаться по сооружению и способны при имеющихся неровностях пути или проезжей части вызывать появление в конструкциях колебаний, ударных воздействий, местных перегрузок и др.

6.17 Для определения динамических характеристик сооружений следует использовать подвижные, ударные, вибрационные, ветровые и другие

нагрузки, способные вызвать появление устойчивых колебаний (в том числе свободных).

При динамических испытаниях пешеходных мостов возбуждение собственных колебаний конструкций следует производить посредством раскачки, сбрасывания грузов, движения (ходьбы и прыжков) по мосту отдельных пешеходов или групп их и т.д.

Места приложения возмущающих нагрузок, а также места измерения следует выбирать с учетом ожидаемых видов и форм колебаний.

При возбуждении колебаний конструкции посредством ударов падающих грузов должны быть приняты меры, предохраняющие конструкцию от местных повреждений (устройство песчаных подушек, распределительного настила и т.п.).

6.18 Усилия в частях и элементах конструкций от подвижной временной вертикальной нагрузки при динамических испытаниях не должны превышать значений, установленных в 6.9.

6.19 При испытаниях автодорожных и городских мостов в необходимых случаях (например, для выявления динамических характеристик сооружения, для оценки влияния неровностей, возможных на проезжей части и др.) динамическое воздействие подвижной нагрузки может быть усилено применением искусственных неровностей: порожков высотой 4-5 см, выполненных из досок и уложенных поперек проезда.

6.20 При динамических испытаниях сооружения временной подвижной нагрузкой заезды следует выполнять с различными скоростями, что позволяет выявить характер работы сооружения в диапазоне возможных скоростей движения нагрузки.

Скорости движения нагрузки во время заездов, а также количество заездов с той или иной скоростью в каждом конкретном случае устанавливает руководитель работ.

6.21 Динамические испытания следует проводить с использованием электронных измерительных систем с записью показаний электронных измерительных приборов в течение времени, достаточного для получения устойчивых диаграмм колебаний и возможности их анализа.

Обкатка

6.22 Обкатку моста производят с целью оценки поведения конструкций под воздействием наиболее тяжелых эксплуатационных нагрузок, обращающихся на данной линии или дороге, взамен подробных статических и динамических испытаний.

Обкатку железнодорожных мостов и мостов под пути метрополитена производят тяжелыми поездами, а обкатку мостов, запроектированных под автомобильную нагрузку АБ, - тяжелыми автомобилями.

При обкатке проводят визуальные наблюдения за состоянием конструкции, а также, при необходимости, выполняют измерения прогибов в серединах пролетов, в том числе, простейшими средствами (например, нивелированием).

6.23 Обкатку железнодорожных мостов и мостов под пути метрополитена рекомендуется выполнять посредством челночного движения поезда. Общее количество проездов нагрузки с различными скоростями следует назначать, как правило, не менее 12. Первые два - три проезда следует пропускать с малой скоростью (5-10 км/ч); при необходимости измерений прогибов делают остановки поезда.

6.24 При обкатке мостов, запроектированных под автомобильные нагрузки АБ и имеющих две или более полос движения, на одну из крайних полос в пределах обкатываемой конструкции устанавливают колонну автомобилей с расстояниями между задними и передними осями соседних автомобилей 10 м. По другой свободной полосе осуществляют движение одиночных автомобилей со скоростью 10-40 км/ч. Количество проездов принимают, как правило, не менее пяти.

После визуального осмотра сооружения колонну автомобилей устанавливают на другую крайнюю полосу, а движение одиночных автомобилей производят по освободившейся полосе.

При обкатке однополосных мостов используют только проезд одиночных автомобилей.

7 Оценка сооружений по данным обследований и испытаний

7.1 Оценку состояния сооружения следует производить путем всестороннего анализа данных, полученных при обследовании и испытаниях. При оценке наиболее характерных дефектов и повреждений следует использовать приложение Б.

7.2 Полученные при обследовании данные по контрольным измерениям и съемкам сопоставляют с допускаемыми отклонениями на изготовление и монтаж конструкций, указанными в СП 46.13330, и с результатами предшествовавших обследований.

7.3 Обнаруженные при обследовании дефекты и повреждения конструкций следует оценивать с точки зрения их влияния на потребительские свойства сооружения по следующим основным показателям:

грузоподъемность в виде классов расчетных нагрузок по действующим нормам с учетом фактического состояния конструкций в соответствии с приложением В. Определение грузоподъемности приведено в [4-6];

долговечность эксплуатируемых сооружений - в виде предполагаемого остаточного ресурса в годах, определяемого путем экспертной оценки;

безопасность и комфортность движения транспортных средств и пешеходов с учетом состояния мостового полотна и железнодорожного пути.

7.4 Контрольную оценку состояния материалов и конструкций проводят путем инструментальных измерений с использованием (при возможности) статистических методов обработки результатов с обеспеченностью 0,95.

7.5 По материалам проведенных обследований и испытаний и результатам

оценки расчетной грузоподъемности сооружения следует, при необходимости, разрабатывать рекомендации по обеспечению безопасной эксплуатации сооружения, в том числе:

проведение различных видов ремонтных работ;

усиление отдельных элементов, введение ограничений для обращающихся нагрузок (в том числе уменьшение количества полос движения или увеличение интервалов между транспортными единицами на автодорожных и городских мостах);

ограничение скорости движения, массы транспортных средств и осевых нагрузок, изменение габаритов проезда.

7.6 В тех случаях, когда невозможно достоверно установить причины возникновения и влияния на потребительские свойства мостового сооружения, дефекта, выявленного на стадии приемки моста, должен быть организован мониторинг сооружения в процессе его плановой эксплуатации в течение времени, необходимого для подтверждения проектного режима использования моста.

8 Оформление результатов обследований и испытаний

8.1 Результаты обследований и приемочных испытаний вновь построенных, реконструированных или отремонтированных мостов и труб оформляют в виде заключений и научно-технических отчетов.

8.2 Предварительные заключения по результатам обследований и испытаний вновь построенных, реконструированных или отремонтированных сооружений составляются организациями, проводящими обследования, при необходимости передачи полученных данных в сжатые сроки. Кроме того, заключения могут составляться организациями по результатам работ локального характера.

Заключения по результатам обследований и испытаний должны содержать:

краткое описание объекта обследования и испытаний;

перечень выполненных работ;

ведомость дефектов;

основные результаты работ и их краткий анализ;

выводы о возможности пропуска нагрузок по сооружению.

8.3 Научно-технические отчеты составляют после полной обработки и анализа всех полученных материалов и данных. Отчеты должны содержать:

- описание конструкций сооружения и необходимые сведения из проектной и другой технической документации по сооружению, использованные для обоснования выводов;

- краткое описание технологии строительства с указанием имеющихся

отступлений, а также дефектов, возникших на стадии строительства;

- результаты контрольных измерений и инструментальных съемок;

- результаты осмотра сооружения с указанием состояния отдельных его частей и описанием обнаруженных дефектов и повреждений;

- ведомость дефектов и повреждений;

- результаты расчета сооружения на испытательную нагрузку;

- результаты испытаний и их сравнение с расчетными данными;

- анализ результатов обследования и испытаний с оценкой грузоподъемности и долговечности конструкций, а также безопасности движения транспорта и пешеходов;

- рекомендации по устранению обнаруженных дефектов и повреждений и по дальнейшей эксплуатации сооружения;

- выводы о состоянии сооружения и о соответствии его работы расчетным предпосылкам.

При необходимости проведения повторных обследований и испытаний (в том числе для изучения работы сооружения по истечении некоторого срока эксплуатации) или длительных наблюдений в выводах следует разместить соответствующую информацию.

8.4 Исключен

8.5 В научно-технический отчет необходимо включать чертежи, схемы, фотографии и другие иллюстрационные материалы. Вспомогательные материалы, расчетные таблицы и т.п. следует приводить в приложениях.

9 Правила охраны труда и техники безопасности при выполнении работ по обследованиям и испытаниям мостов и труб

9.1 К выполнению работ по обследованиям и испытаниям мостов и труб допускаются работники, прошедшие обучение и проверку знаний, инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.0.010.

9.2 До начала полевых работ по обследованиям и испытаниям все участвующие в них работники должны быть проинструктированы их руководителями о безопасных методах проведения работ с учетом особенностей конкретного объекта и о действиях в случаях обнаружения отклонений от нормальной работы сооружения.

Для выполнения работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования по безопасности труда, ответственному исполнителю работ выдается наряд-допуск на производство работ повышенной опасности согласно требованиям ГОСТ 12.4.011. Работающие должны быть обучены безопасным методам и приемам ведения таких работ по типовым программам.

9.3 Для возможности проведения обследований и испытаний (осмотра, инструментальных измерений, установки и снятия приборов и взятия отсчетов по ним) организация, в ведении которой находится сооружение, обязана осуществлять меры, обеспечивающие безопасные условия работы.

9.4 Контроль выполнения требований охраны труда и техники безопасности сотрудниками организации при проведении полевых работ по обследованию и испытаниям должен осуществлять ее руководитель.

9.5 Работы по обследованиям и испытаниям мостов и труб, движение по которым прекращается частично, не должны нарушать безопасность движения транспорта, а организация работ должна обеспечивать безопасность работающих. Разработка необходимых мероприятий по обеспечению безопасности работающих и их осуществление производятся организацией, в ведении которой находится сооружение.

9.6 При производстве работ по обследованиям и испытаниям мостов и труб в случаях наличия на них или вблизи них высоковольтных линий электропередачи (в том числе контактной сети железных дорог) запрещается приближаться или подносить какие-либо предметы на расстояние менее 2 м к находящимся под напряжением и не огражденным проводам или частям контактной сети. Особенно внимательно за этим необходимо следить при работах с предметами большой длины (штангами, металлическими рулетками, отрезками проволоки и т.д.).

При невозможности соблюдения этого требования линия по согласованию с организацией, в ведении которой она находится, должна быть обесточена.

9.7 К работе с ручными электрическими машинами при напряжении сети более 42 В могут допускаться только специально проинструктированные работники, знающие безопасные методы работы, меры защиты при работе с электрическим током и приемы оказания первой помощи при поражении им.

9.8 Работа с лебедками, домкратами и другими специальными приспособлениями при проведении обследований и испытаний должна производиться под руководством работника, отвечающего за безопасное производство работ и имеющего соответствующую квалификацию и опыт.

9.9 Одновременное проведение работ в двух или более ярусах по одной вертикали может быть разрешено только при принятии мер обеспечения безопасности работающих внизу.

9.10 При производстве работ, связанных с передвижением по воде, сотрудники организаций должны быть обеспечены спасательными средствами (спасательными жилетами, кругами, шарами, веревками и т.п.).

9.11 Работа людей со льда допускается при его толщине не менее 15 см (без учета толщины снежного покрова) и расстоянии до кромки льда не менее 5 м.

9.12 На мостах через реки шириной более 100 м (по урезу меженных вод) руководитель работ обязан до начала обследования проверить наличие спасательных средств. На воде должны находиться подготовленные плавсредства.

9.13 Работу на вновь антисептированных мостах, а также работу с клеями из

полимерных составляющих следует производить в резиновых перчатках. При попадании антисептика или клея на открытые части тела их необходимо немедленно обильно смыть водой. По окончании работ необходимо вымыть теплой водой с мылом открытые части тела (руки, лицо).

9.14 Работники организаций, выезжающие на объекты обследований и испытаний, должны быть снабжены аптечкой с набором необходимых медикаментов и средств оказания первой помощи.

9.15 Работники организаций, участвующие в работах на объектах обследований и испытаний, должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты (спецодеждой, спецобувью и предохранительными приспособлениями) согласно ГОСТ 12.4.011. Работы следует выполнять в тщательно заправленной одежде, не имеющей порванных мест, свисающих пол и концов, в нескользкой обуви.

9.16 При работе на объектах в зимних условиях должны приниматься меры по обеспечению возможности периодического обогрева работающих.

9.17 Подмости и смотровые ходы, расположенные над землей, водой или конструкцией на расстоянии 1 м и более, должны быть ограждены перилами.

9.18 Подъем и спуск людей на подмости разрешается только по надежно закрепленным лестницам. Запрещается установка лестниц на различных подкладках.

9.19 При обследовании сооружений, особенно в стесненных условиях (между балками, в коробах, на ригелях опор и т.п.), все работающие должны быть предельно внимательны, чтобы не удариться о конструктивные элементы или о выступающие из них штыри, остатки опалубки и т.д. Не следует делать резких движений и перемещаться бегом.

9.20 При простукивании болтов и заклепок, зашлакованных сварных швов, поржавевших металлических элементов, поверхности бетона следует пользоваться защитными очками или козырьками.

9.21 При производстве работ на объекте сотрудники организаций должны иметь защитные каски, а при работе на проезжей части сооружений, находящихся в эксплуатации, обязаны надевать сигнальные жилеты.

9.22 При обследовании сооружений, не полностью законченных строительством, необходимо соблюдать особую осторожность в связи с возможностью возникновения повышенной опасности.

9.23 При работах на старых деревянных сооружениях и настилах следует соблюдать особую осторожность в связи с тем, что в них могут быть элементы, утратившие прочность вследствие загнивания, элементы с нарушенными прикреплениями и т.п.

9.24 На время испытаний подходы к автодорожным и городским мостам должны быть ограждены в соответствии с требованиями действующих правил дорожного движения.

9.25 Во время проведения испытаний нахождение на сооружении и под ним не занятых в испытаниях людей запрещается.

Работники, непосредственно участвующие в испытаниях, должны находиться на своих рабочих местах: сотрудники организаций - в местах, указанных руководителем работ; водители транспортных средств, загружающих конструкцию, - в кабинах транспортных средств; другие работники (например, составители поездов, дежурные электрики и т.п.) - в местах, указанных их непосредственными руководителями.

9.26 При проведении вибрационных испытаний запрещается приближаться к незащищенным эксцентрикам работающей вибромашины на расстояние менее 1,5 м.

9.27 При проведении испытаний ударной нагрузкой запрещается приближаться к намеченному месту падения груза на расстояние менее 3 м.

10 Мониторинг технического состояния мостов и труб

10.1 В необходимых случаях согласно СП 35.13330, ГОСТ Р 22.1.12 и ГОСТ 31937 в проектах с целью оценки фактической работы мостовых конструкций следует предусматривать мониторинг состояния мостов и труб в процессе строительства (реконструкции) и эксплуатации. Программы строительного и эксплуатационного мониторинга должны быть взаимоувязаны.

10.2 При строительстве (реконструкции) целью мониторинга является контроль деформаций и напряжений в элементах сооружения в процессе его возведения. Наиболее нагруженными в этом случае могут оказаться не те элементы, которые являются таковыми в эксплуатационный период. При этом контроль должен осуществляться синхронно с этапами строительства.

Мониторинг эксплуатируемых мостов и труб связан с необходимостью оценки напряженно-деформированного состояния конструкций, когда не известно начальное их состояние и предшествующая динамика развития повреждений. Кроме того, мониторинг следует проводить при возникновении и развитии повреждений, влияющих на грузоподъемность сооружений, вплоть до их устранения.

10.3 В общем случае мониторинг включает в себя следующие этапы:

периодические обследования и испытания;

регулярные инструментальные измерения отдельных физических характеристик (напряжения, усилия в элементах, их прогибы, раскрытие трещин и т.п.), разовые или в течение достаточно длительного промежутка времени;

анализ результатов непосредственно после их получения с целью принятия управленческих решений.

10.4 Для вантовых и висячих мостов, а также в других случаях, определяемых в задании на проектирование, следует составлять динамический паспорт моста, т.е. ведомость собственных частот колебаний несущих элементов с последующим мониторингом этих характеристик в период эксплуатации.

10.5 Мониторинг проводят по программам или методикам, в которых должны

быть изложены следующие положения:

цели и задачи мониторинга;

объем намечаемых наблюдений и применяемые способы получения, фиксации и анализа результатов;

общие сроки наблюдений и интервалы между ними;

ответственные исполнители и источники финансирования;

оформление промежуточных и конечных результатов (акты, заключения, отчеты и др.).

10.6 Мониторинг напряженно-деформированного состояния композитных мостов и труб, в том числе стыковых соединений конструктивных элементов, следует осуществлять в течение всего расчетного периода эксплуатации сооружения с рекомендуемыми сроками проведения испытаний, 1, 3, 5, 7, 10 и далее каждые 7-10 лет с момента начала эксплуатации.

Приложение А (рекомендуемое). Характерные дефекты и повреждения, встречающиеся в различных конструкциях мостов и труб, и способы их выявления

Железобетонные пролетные строения

А.1 В железобетонных конструкциях могут иметь место дефекты и повреждения, возникающие на стадиях изготовления, транспортирования и монтажа:

а) технологические трещины: усадочные, образующиеся вследствие усадочных деформаций бетона при плохом уходе за его поверхностью, а также осадочные, возникающие вследствие неравномерной осадки бетонной смеси при ее уплотнении или при деформации опалубки; эти трещины имеют рваные края, резко изменяющиеся по длине раскрытия;

б) температурно-усадочные повреждения, возникающие в затвердевшем бетоне вследствие плохой тепловлажностной его обработки и обычно проявляющиеся в виде трещин с раскрытием до 0,2 мм;

в) дефекты бетонирования: раковины и каверны; места с вытекшим цементным раствором; обнажение арматуры или недостаточная толщина защитного слоя;

г) другие повреждения: сколы бетона, силовые трещины из-за непредвиденных воздействий (возникают обычно в слабо армированных местах), трещины, образовавшиеся в процессе складирования и транспортирования элементов.

А.1а При оценке технического состояния и назначении категорий дефектов следует пользоваться действующими инструкциями и рекомендациями [11, 15-16, 18, 20*]. Мониторинг эксплуатируемых мостов следует проводить с

учетом отраслевых документов [19].

А.2 При действии на железобетонные конструкции нагрузок и воздействий могут возникать следующие виды трещин:

силовые трещины в бетоне: поперечные в растянутых элементах и растянутых зонах изгибаемых элементов, продольные в сжатых элементах и в сжатых зонах изгибаемых элементов, косые (наклонные) в стенках балок;

трещины от местного действия нагрузки в зонах установки анкеров напрягаемой арматуры, в местах опираний и в других подобных местах.

Образование и раскрытие этих трещин ограничивается расчетами по трещиностойкости, а в сжатой зоне бетона - также расчетами и по прочности.

А.3 Температурно-усадочные трещины, которые возникают в результате неравномерных по сечению деформаций от действия температуры окружающего воздуха и усадки бетона. Эти явления могут самостоятельно приводить к образованию сетки поверхностных трещин (А.1, *б*) или, суммируясь с напряжениями от нагрузки, усугублять образование силовых трещин. Развитие последних в этом случае (например, в стенках балок) может происходить в течение 5-7 лет.

А.4 Продольные трещины вдоль арматуры, возникающие из-за стесненной арматурой усадки бетона, замерзания сырого инъекционного раствора в каналах или из-за коррозии арматуры в бетоне. Эти факторы могут ускорять появление продольных трещин от обжатия бетона.

А.5 Причинами развития коррозии арматуры могут быть недостаточная толщина защитного слоя бетона, низкая плотность бетона защитного слоя и как следствие - потеря бетоном пассивирующих свойств (например, в результате карбонизации), особенно опасная в условиях агрессивного воздействия среды (чаще всего хлористых солей).

Величины раскрытия трещин в этих случаях могут быть равны примерно двойной толщине продуктов коррозии (ржавчины) на арматурном стержне или пучках стержней. В свою очередь толщина продуктов коррозии превышает толщину прокорродировавшего металла в 2,5-3 раза.

А.6 В конструкциях могут возникнуть повреждения, связанные с попеременным замерзанием и оттаиванием бетона во влажной среде (морозное разрушение). Такие повреждения проявляются в виде растрескивания поверхности бетона, разрыхления и последующего разрушения наружных слоев.

В случае попадания воды во внутренние полости и каверны могут наблюдаться сколы бетона, вызванные расширением замерзающей воды.

А.7 В конструкциях из-за дефектов и повреждений водоотвода и гидроизоляции наблюдаются протечки воды, сопровождающиеся высолами, т.е. появлением продуктов выщелачивания бетона на поверхностях элементов. Это явление связано с выносом водой растворяемых в ней солей (выщелачивание). Могут наблюдаться также высолы, образовавшиеся на стадии строительства до укладки гидроизоляции, омоноличивания стыков и заделки различных технологических отверстий.

А.8 В клееных стыках составных по длине конструкций могут иметь место следующие дефекты:

наличие щелей в стыке, вызванных отсутствием клея на части площади стыка, что может приводить к появлению трещин в бетоне вблизи стыка из-за концентрации напряжений;

пластичная консистенция клея или его неоднородность, вызванная плохим перемешиванием составляющих, что может снизить сопротивление стыка сдвигу.

При наличии силовых поперечных трещин в стыках составных по длине предварительно напряженных железобетонных конструкций (без объединения арматурных каркасов в стыках), свидетельствующих о недостаточном обжатии стыков, движение по мосту должно быть прекращено.

Стальные и сталежелезобетонные пролетные строения

А.9 При обследовании металлических конструкций мостов внешним осмотром выявляют наличие коррозии металла, а также дефекты и повреждения элементов, стыков и прикреплений (погнутости, вмятины, местные ослабления, трещины, разрывы, неплотности, слабые заклепки, незатянутые болты и др.). Внутренние дефекты сварных швов выявляют с помощью неразрушающих методов обследования (ультразвуковая дефектоскопия, радиографические и акустические методы).

А.10 При наличии коррозии металла непосредственными замерами устанавливают степень ослабления сечения элементов. По ослаблениям определяют также скорость протекания процессов коррозии.

Выявляют конструктивные недостатки, способствующие интенсивной коррозии из-за застоя влаги и плохого проветривания ("мешки"; недостатки водоотвода; пазухи и щели, коррозия в которых приводит к разрушению элементов, и др.).

А.11 Во всех стальных конструкциях проверяют состояние их окраски; при этом выявляют количество и качество слоев краски, сцепление краски с металлом и состояние металла под краской. Отмечают дефекты в окраске металла (недостатки шпатлевки, различные механические повреждения, трещины, пузыри, отлупы, шелушение, размягчение, потеки, пропуски и т.п.).

А.12 Трещины в металлических конструкциях (особенно в сварных, для которых развитие трещин не ограничивается отдельными элементами сечения - уголками или листами) представляют значительную опасность для сооружения. Поэтому при обследовании обращают особое внимание на обнаружение трещин, в случае их выявления выясняют причины их образования, оценивают их опасность для несущей способности, а также дают указания по срочной нейтрализации трещин (сверление отверстий по концам, перекрытие трещин накладками на высокопрочных болтах и т.п.).

А.13 Причинами образования трещин могут быть:

а) концентрация напряжений;

б) остаточные напряжения от сварки;

в) усталостные явления;

г) повышенная хладноломкость металла.

Эти причины могут проявляться самостоятельно, однако обычно имеет место влияние нескольких факторов.

А.14 Наиболее часто образование трещин происходит в местах концентрации напряжений. Поэтому при обследовании на такие места обращают особое внимание.

Концентраторами напряжений в первую очередь являются места с резким изменением сечения элементов (обрывы листов; неплавное изменение их толщины и ширины; места примыкания накладок, ребер, диафрагм и др.). Кроме того, концентрации напряжений могут способствовать необработанные концы сварных швов и различные их дефекты: непровары, несплавления по кромкам, подрезы кромок, наплывы, шлаковые включения, поры, прожоги, неразделанные кратеры, заклепочные отверстия при слабых заклепках.

Большое влияние на образование трещин оказывают остаточные напряжения сварки, которые в околошовной зоне могут достигать предела текучести стали. В связи с этим большое внимание уделяют местам, насыщенным сваркой (обваренным по контуру накладкам, узлам элементов и т.п.).

Для выявления усталостных трещин тщательно осматривают элементы, воспринимающие наибольшее количество циклов нагружения:

места прикрепления знакопеременных раскосов, стоек и подвесок к фасонкам главных ферм;

места прикрепления распорок поперечных связей к ребрам жесткости главных балок (особенно в железнодорожных мостах);

горизонтальные полки уголков верхних поясов продольных балок без горизонтальных листов и горизонтальные листы верхних поясов сквозных ферм при непосредственном опирании на них мостовых брусьев или плиты проезжей части;

стенки продольных балок и уголки прикрепления их к поперечным балкам, "рыбки", концевые поперечные связи;

элементы проезжей части с этажным расположением балок;

ортотропные плиты в автодорожных и городских мостах.

А.15 При обследовании заклепочных соединений обращают особое внимание на заклепки в узлах и стыках главных ферм, а также на заклепки в прикреплениях элементов проезжей части.

Дефектными считаются заклепки: дрожащие при их простукивании; с неоформленными, плохо притянутыми, сбитыми, маломерными, пережженными головками; поставленные с зарубкой основного металла; поставленные в отверстиях неправильной формы.

А.16 При осмотре стальных конструкций с болтовыми соединениями следует проверять: целостность болтов, гаек и шайб; плотность прилегания накладок

и болтов; наличие выхода резьбы болта над гайкой; расположение головки болта и гайки под углом к плоскости соединяемых элементов.

При выявлении неплотностей или утоплении резьбы болта во фрикционных соединениях следует выборочно проверить натяжение болта.

А.17 При осмотре заклепочных и болтовых соединений, следует выполнять указания А.15 и А.16. Методические указания изложены в [1-3].

А.18 В болтах-шарнирах проверяют наличие приспособлений, предупреждающих развинчивание гаек при прохождении нагрузки (стопорных винтов, контргаек и т.п.).

А.19 При обследовании сталежелезобетонных пролетных строений (особенно со сборной плитой проезжей части) уделяют внимание качеству омоноличивания плиты с упорами балок (ферм), а также состоянию сопряжения плиты с металлической конструкцией, особенно на концевых участках. Состояние плит проверяется в соответствии с указаниями А.1-А.8 настоящего приложения.

А.20 В мостах висячих и вантовых систем уделяют внимание состоянию вант и подвесок, узлов крепления подвесок к несущим кабелям и к балке жесткости, соединительных муфт подвесок и их резьбы, узлов прикрепления кабелей (вант) к пилонам, опорных частей пилонов и анкерных конструкций на концах оттяжек (во внешне распорных системах).

А.21 В разводных пролетных строениях обращают внимание на исправность устройств наведения и разведения пролета, а также на наличие и исправность средств сигнализации и других устройств, обеспечивающих безопасность движения поездов, автотранспорта и пешеходов по мосту.

Деревянные мосты и пролетные строения из клееной древесины

А.22 В деревянных мостах чаще всего встречаются следующие дефекты и повреждения:

загнивание древесины;

зазоры и неплотности в узлах и других сопряжениях;

сколы и смятия древесины в сопряжениях деревянных элементов и в опорных узлах;

износ настила проезжей части и тротуаров.

А.23 Загнивание древесины является наиболее опасным и распространенным видом повреждений деревянных мостов. Загниванию в первую очередь подвержены плохо проветриваемые элементы конструкции, особенно в узлах и сопряжениях, подвергающихся периодическому увлажнению.

А.24 При обследовании следует иметь в виду, что развитие гнили в хорошо проветриваемых элементах начинается в сердцевинных частях древесины, в то время как внешние слои часто имеют здоровый вид.

А.25 Загниванию древесины в значительной мере способствует отсутствие или низкое качество ее антисептирования.

Качество работ по антисептированию древесины проверяют путем ознакомления с журналом работ по антисептированию, осмотра антисептированных элементов и в случае необходимости - с помощью отбора проб обработанной древесины для лабораторного исследования.

А.26 Выявление гнили производят с помощью внешнего осмотра, по характерному "грибному" запаху, простукиванием, снятием стружки древесины стамеской, высверливанием внутренних слоев буравами. Другие дефекты и повреждения, указанные в А.22, выявляют внешним осмотром, а также по результатам съемок профилей пролетных строений.

А.27 В пролетных строениях из клееной древесины характерными являются следующие специфические дефекты и повреждения:

отсутствие клея на части швов ("непроклей");

трещины (расслоения) в стыках между досками;

сколы зубчатых стыков.

Опоры и фундаменты*

А.28 В опорах выявляют дефекты, характерные для материала, из которого выполнены опоры (они аналогичны дефектам пролетных строений, выполненных из соответствующих материалов), а также дефекты и повреждения, обусловленные особенностями конструкций, возведения и работы опор:

трещины и сколы в местах опирания конструкций;

нарушения целостности опор;

температурно-усадочные трещины в массивных частях опор;

нарушение целостности облицовки, дефекты в заполнении швов между блоками сборно-монолитных конструкций и блоками каменной облицовки массивных опор;

трещины в конструкциях, выполненных из железобетонных оболочек или объемных блоков;

истирание и другие механические повреждения конструкций в зонах воздействия ледохода, карчехода и донных наносов;

повреждения конструкций в зоне переменного уровня воды, вызванные климатическими факторами и воздействием воды;

повреждения конструкций, вызванные навалами судов и наездами транспорта;

образование пустот внутри массивных частей опор из-за вымывания бетона.

Уточнение состояния (сплошности) бетона внутренней части опор допускается осуществлять с использованием неразрушающих методов контроля (например, ультразвукового по ГОСТ 17624).

А.29 Основным источником получения сведений о состоянии оснований и

фундаментов опор является техническая документация, при ознакомлении с которой уделяют внимание правильности производства работ при сложных технологических процессах (погружение свай с подмывом, подводное бетонирование и др.).

Для уточнения состояния оснований и фундаментов опор используют статическое или динамическое зондирование по ГОСТ 19912, бурение скважин и шурфование. Допускается определять параметры фундаментов (глубину заложения, толщину ростверка и т.д.) неразрушающими методами: ультразвуковым, сейсмоакустическим и др.

Кроме того, данные о состоянии оснований и фундаментов могут быть получены на основании анализа общих деформаций опор, определяемых по их просадкам и наклонам, размерам зазоров в деформационных швах, смещениям подвижных опорных частей, а также на основании анализа результатов съемок русла реки.

При расположении опоры, имеющей высокий свайный ростверк, в русле реки состояние свай (столбов) следует определять с помощью подводного обследования с обязательной фотофиксацией дефектов под контролем руководителя работ организации, выполняющей обследование. При расположении русловых опор на реках с сильным течением, где невозможно выполнение подводного обследования, допускается проводить обследование подводной части фундамента опоры в зимнее время путем намораживания льда.

Обследование оснований и фундаментов мостовых сооружений следует проводить в соответствии с приложением Д.

А.29а В фундаментах опор выявляют дефекты, характерные для материала, из которого выполнены фундаменты, а также дефекты и повреждения, обусловленные особенностями их конструкций, возведения и работы:

- размывы вокруг фундамента больше расчетного;

- подмыв фундаментов опор;

- смещение в плане и осадка фундаментов;

- морозное разрушение бетона фундамента в уровне переменных вод;

- вымывание бетона ниже уровня меженных вод;

- разрушение свайного ростверка с нарушением связи с частью свай;

- дефекты в стыке между фундаментом (ростверком) и телом опоры;

- трещины в конструкциях железобетонных ростверков и бетонных фундаментов;

- повреждение свай вследствие коррозии и механических воздействий в зонах воздействия ледохода, карчехода и донных наносов;

- загнивание древесины деревянных свай и ряжей;

- повреждения фундаментов, вызванные навалами судов.

Опорные части

А.30 При обследовании стальных (в том числе с железобетонными валками) опорных частей с помощью внешнего осмотра и измерений проверяют:

- правильность положения подвижных элементов с учетом температуры и обеспеченность расчетных температурных перемещений пролетных строений (как линейных, так и угловых);

- состояние поверхностей катания подвижных опорных частей, наличие смазки;

- равномерность взаимного опирания всех элементов опорных частей и прилегающих к ним конструкций опор и пролетных строений;

- надежность прикрепления балансиров (подушек) к соответствующим элементам опор и пролетных строений;

- состояние защитного лакокрасочного покрытия;

- состояние стопорных и противоугонных элементов, а также защитных кожухов.

А.31 При обследовании резиновых опорных частей устанавливают:

остаточный срок службы опорных частей;

наличие дефектов - трещин в резине, деформаций, свидетельствующих о нарушении крепления резины к стальным армирующим листам (выдавливания резины по всей площади торцевой поверхности и выдавливания в виде отдельных, бессистемно расположенных валиков или пузырей);

отсутствие зазоров между опорной частью и опорными площадками балок и подферменников, а также заглубления опорных частей в бетон подферменников;

правильность положения опорных частей с учетом температуры и обеспеченность расчетных температурных перемещений пролетных строений.

А.32 При осмотре стаканных опорных частей из полимерных материалов проверяют параллельность нижней и верхней плит, правильность ориентации подвижных элементов относительно направления перемещений, состояние защитного лакокрасочного покрытия наружных поверхностей, наличие и состояние шкал и указателей перемещений, а также состояние защитных чехлов и кожухов.

А.33 При обследовании опорных частей всех типов обращают внимание на состояние прилегающих конструкций опор и пролетных строений с точки зрения наличия в них повреждений, связанных с дефектами или неправильной установкой опорных частей (сколов бетона и трещин в нем, отсутствия зазоров для температурных перемещений и др.).

А.34 При наличии продольно-подвижных опираний (разрывов) продольных балок в железнодорожных мостах проверяют обеспеченность свободы продольных перемещений концов балок, плотность опирания концов и невозможность поднятия опираемого конца относительно поддерживающего.

Мостовое полотно, верхнее строение пути и эксплуатационные обустройства*

А.35 При обследовании мостового полотна автодорожных и городских мостов выявляют:

наличие и величины продольных и поперечных уклонов покрытия проезжей части и тротуаров;

толщину слоев мостового полотна, главным образом покрытия и защитного слоя гидроизоляции в пределах проезжей части;

наличие дефектов и повреждений: в покрытии проезжей части - трещин, выбоин, местных неровностей (особенно около деформационных швов); в конструкциях тротуаров, бордюрах, ограждающих устройствах и в перилах.

А.36 Особое внимание в автодорожных и городских мостах уделяют состоянию водоотвода и гидроизоляции. С этой целью оценивают достаточность и правильность функционирования водоотводных устройств, а также оценивают обеспеченность отвода воды за пределы моста.

Состояние гидроизоляции оценивают по отсутствию (или наличию) протекания воды или следов ее протекания, высолов бетона, потеков ржавчины. В необходимых случаях для проверки состояния гидроизоляции производят выборочное вскрытие покрытия, защитного слоя или балласта.

А.37 При осмотре конструкций деформационных швов в автодорожных и городских мостах устанавливают обеспеченность свободного перемещения концов пролетных строений от воздействия температуры и временных нагрузок, а также плавность сопряжения конструктивных элементов швов с покрытием проезжей части.

В швах закрытого и заполненного типов проверяют герметичность швов, наличие и состояние металлических компенсаторов, состояние мастичного заполнения, резиновых вкладышей или закрывающего зазор асфальтобетона.

В швах перекрытого типа определяют состояние перекрывающих элементов (листов, гребенчатых или откатных плит), элементов окаймления и надежность их анкеровки, наличие и состояние водоотводных лотков.

А.38 В железнодорожных мостах при обследовании верхнего строения пути особое внимание обращается на следующие характеристики:

- состояние щебеночного балласта (чистота, толщина под шпалой, ширина, форма, однородность на мосту и подходах, просадки, выступание верхней постели шпал над поверхностью балласта);

- наличие и состояние шпал и мостовых брусьев;

- состояние рельсов и рельсовых скреплений;

- наличие и правильность установки противоугонов и контруголков;

- состояние и прикрепление к пролетному строению плит БМП.

А.39 На всех мостах проверяют надежность крепления перил, ограждающих

устройств, бордюров, мачт освещения, мачт и кронштейнов контактных сетей электрифицированного транспорта, знаков судовой и иной сигнализации.

А.40 При осмотре проверяют состояние смотровых приспособлений, площадок-убежищ, противопожарного оборудования, элементов заземления и прочих эксплуатационных обустройств.

А.41 При наличии на мосту разрешенных проектом коммуникаций (линий связи, теплофикации, водопровода, ливневых коллекторов и др.) проверяют соответствие проекту конструкций их прикрепления к элементам моста, а также выявляют возможное отрицательное влияние коммуникаций на условия эксплуатации моста (повышение влажности, увеличение загрязненности, ограничение доступа к элементам мостов и т.п.).

В пролетных строениях коробчатого сечения обращают внимание на наличие отверстий для спуска жидкостей при аварии коммуникаций и на условия проветривания замкнутых конструкций.

Подмостовая зона и подходы к мостам

А.42 При обследовании подмостовой зоны с помощью осмотра, измерений, съемок и опроса работников служб эксплуатации устанавливают:

а) на больших и средних мостах:

состояние подмостового русла, пойменных участков, берегов, берегоукрепительных и регуляционных сооружений;

изменение положения главного русла по отношению к опорам;

образование новых проток и островов (по сравнению с проектом или предшествовавшим обследованием);

наличие посторонних предметов и остатков сооружений, создающих дополнительное стеснение русла или поймы;

наличие размывов русла вблизи опор;

б) на малых мостах:

состояние подмостовой, подходной и отводящей частей русла и его укреплений;

засорение и заиленность отверстия моста;

в) на всех мостах:

характер отрицательного воздействия сооружений мостового перехода на окружающую среду (подтопление подпорными водами, заболачивание и занос сельскохозяйственных и лесных угодий, образование оползней, оврагов и т.п.);

г) на путепроводах:

состояние и ровность покрытия пересекаемой дороги, а также наличие и состояние ограждающих устройств на ней;

достаточность установленных габаритов проезда под путепроводом, а также наличие и правильность установки соответствующих дорожных знаков;

д) на эстакадах и эстакадных частях мостов:

характер вредных для сооружения последствий деятельности учреждений и предприятий, расположенных в подэстакадных помещениях (например, вибрационные и ударные воздействия, создание агрессивной среды и среды с высокой влажностью воздуха и т.п.).

А.43 При осмотре подходов к мостам устанавливают: состояние насыпей, обочин, берм, откосов и их укреплений; наличие подмывов насыпи и фильтрации воды через нее; состояние и ровность дорожного покрытия (особенно в местах сопряжений с мостом); эффективность работы переходных плит; правильность укладки рельсового пути и охранных приспособлений; обеспеченность закрепления пути от угона; наличие и состояние водоотводных устройств; наличие, состояние и надежность закрепления ограждающих устройств (бордюров, надолб, парапетов, подпорных стенок и т.д.), лестничных сходов, дорожных знаков; правильность нанесения горизонтальной и вертикальной дорожной разметки.

Водопропускные трубы

А.44 В процессе обследования труб производят:

осмотр внутренних и наружных (не закрытых грунтом) поверхностей труб и оголовков;

измерения вертикальных и горизонтальных диаметров круглых труб, высоты и ширины отверстий прямоугольных труб (или других характерных параметров труб, имеющих сложное очертание отверстий);

замеры величин зазоров в швах между звеньями и между секциями фундаментов (для фундаментных труб), взаимных вертикальных деформаций звеньев;

выявление заносимости лотков грунтом;

проверку профиля лотка и положения оси трубы в плане.

Кроме того, при необходимости производят:

замеры углов пересечения осей сооружения с осью пути или дороги;

съемку поперечников земляного полотна;

осмотр укрепленных откосов конусов, подводящих и отводящих русел, а также примыкающих к трубам водоотводов;

съемку планов и характерных сечений логов, проверку соответствия гидравлического режима работы трубы проектному;

выявление фильтрации воды через тело насыпи;

выявление признаков пучения грунта или образования наледей.

При обследовании труб, построенных на вечномерзлых грунтах, выявляют наличие осадок труб, которые могут быть вызваны деградацией вечной мерзлоты.

А.45 При осмотре железобетонных, бетонных и каменных труб выявляют наличие трещин, сколов бетона, мест с недостаточной толщиной защитного слоя бетона, потеков в швах сопряжения звеньев, мокрых пятен на поверхностях и других дефектов.

А.46 При осмотре металлических гофрированных труб устанавливают:

материал и состояние дополнительного покрытия;

качество и состояние цинкового покрытия;

материал и состояние лотка;

изменение формы поперечного сечения;

правильность выполнения стыков (полноту установки болтов, качество затяжки болтов и положение шайб);

наличие местных повреждений металла (трещин у болтовых отверстий, погнутостей и др.).

А.47 Измерение вертикальных и горизонтальных размеров отверстий железобетонных, бетонных и каменных труб производят выборочно (в первую очередь - в местах наличия горизонтальных трещин или раскрытий швов).

В металлических гофрированных трубах измерение диаметров производят в точках, расположенных под осями путей и на концах труб.

А.48 Замеры величин зазоров в швах выполняют в тех случаях, когда при осмотре обнаружены признаки растяжки трубы (просыпание грунта засыпки или балласта сквозь увеличенные швы при разрыве изоляционного покрытия, осадка лотков трубы, отрыв оголовка и т.п.).

У круглых труб замеры производят в уровне горизонтального диаметра, у прямоугольных - на середине высоты звеньев. В случаях ясно выраженных осадок или растяжек звеньев замеры делают в уровне верха звеньев и по лотку.

В случае обнаружения наклонов или отрыва оголовка фиксируют величины раскрытия шва в местах примыкания к звеньям и углы наклона.

Растяжку металлических гофрированных труб выявляют путем измерения длины трубы между фиксированными точками.

А.49 Выявление заносимости лотков труб грунтом производят в период между паводками, обращая внимание на толщину наносов в углублениях (пазухах) лотков.

При наличии сплошной толщи наносов внимательно обследуют состояние русла и его укреплений выше и ниже трубы, а также проверяют правильность отметок лотка трубы на входе, посередине длины и на выходе из сооружения.

А.50 Трубы нивелируют, как правило, по лотку. Данные нивелирования по "замку" круглых труб или посередине ригеля прямоугольных труб могут быть использованы лишь для косвенной оценки профиля лотков в случаях, когда непосредственная нивелировка звеньев по лотку затруднена (вследствие наличия большой толщи наносов, глубокого водотока и т.п.).

А.51 Положение звеньев труб в плане фиксируют (у круглых труб - в уровне их горизонтального диаметра, у прямоугольных - посередине высоты звеньев) измерениями по рейке с уровнем относительно мерной проволоки, протянутой вдоль оси трубы по центрам первого и последнего звеньев, или горизонтальным нивелированием.

Приложение Б (рекомендуемое). Рекомендации по оценке наиболее характерных дефектов и повреждений, выявленных при обследовании

Приложение Б (рекомендуемое)

Стальные конструкции

Б.1 Трещины в сварных элементах создают потенциальную опасность хрупкого разрушения всего сечения конструкции, особенно возрастающую при отрицательных температурах воздуха.

Б.2 Трещины в клепаных элементах также следует рассматривать как возможную причину разрушения того элемента сечения, в котором они расположены.

Б.3 Наличие слабых заклепок снижает несущую способность узла или стыка.

Б.4 Коррозия металла ослабляет сечение элементов, а также может приводить при язвенном ее характере к концентрации напряжений.

Б.5 Значительные искривления интенсивно работающих сжатых элементов и местные искривления стенок в зоне действия сосредоточенных сил могут являться признаками недостаточной устойчивости элементов и частей конструкций.

Б.6 Линии Чернова-Людерса на поверхности металлических элементов являются признаком интенсивного развития пластических деформаций.

Железобетонные конструкции

Б.7 Раскрытие трещин в бетоне (в размерах более нормируемых величин), а также появление трещин, не предусматриваемых в расчетах, следует оценивать с учетом:

возможных причин появления трещин;

влияния трещин на несущую способность элемента (на напряжения в арматуре, на целостность конструкции, на изменение схемы работы сечений и т.п.);

опасности коррозионных повреждений арматуры по трещинам;

влияния трещин на долговечность элементов.

Б.8 Продольные трещины в сжатой зоне бетона с одновременным значительным раскрытием поперечных трещин в растянутой зоне (для изгибаемых элементов) могут свидетельствовать об исчерпании несущей способности элементов по бетону.

Б.9 Образование трещин в швах предварительно напряженных поперечно-члененных конструкций, не имеющих сцепления арматуры с бетоном (например, на стадии строительства), может свидетельствовать о наступлении опасного состояния по несущей способности конструкции.

Б.10 Трещины в ненапрягаемых конструкциях, расположенные поперек рабочей арматуры, с раскрытием, измеренным на уровне арматуры, более 0,5 мм при арматуре периодического профиля и более 0,7 мм при гладкой арматуре могут свидетельствовать о текучести в арматуре или о потере сцепления арматуры с бетоном.

Б.11 Исключен

Б.12 Наличие трещин поперек рабочей арматуры в предварительно напряженных конструкциях может рассматриваться как признак недостаточного обжатия бетона напряженной арматурой.

Б.13 Образование трещин и сколов вдоль стержневой арматуры обычно связано с коррозией арматуры. Наличие этих дефектов указывает на недостаточные защитные свойства бетона и приводит к снижению долговечности конструкций. При значительном раскрытии трещин вдоль рабочей арматуры вследствие ее коррозии может заметно снижаться несущая способность железобетонных элементов.

Б.14 Дефекты бетонирования (раковины, каверны, места с недостаточной толщиной защитного слоя бетона), а также сколы бетона следует оценивать в первую очередь как ухудшение защиты арматуры от коррозии; при больших размерах таких дефектов и повреждений следует оценивать также уменьшение площади сжатого бетона в сечениях элементов и ухудшение внешнего вида конструкций.

Б.15 Протечки, высолы и ржавые потеки свидетельствуют, как правило, о плохой гидроизоляции конструкций. Наличие сухих, старых следов высолов на поверхности бетона (особенно на вновь построенных мостах) может быть следствием протекания воды еще до устройства гидроизоляции.

Б.16 Наличие неотвердевшего клея на больших участках клееных стыков составных изгибаемых конструкций приводит к снижению несущей способности по поперечной силе и требует проверки стыка при пониженных значениях коэффициента трения.

Деревянные конструкции

Б.17 Загнивание древесины приводит к уменьшению рабочего сечения элементов, а также к снижению несущей способности вследствие ухудшения механических свойств.

Б.18 Значительные местные смятия древесины в соединениях, изломы, сколы (особенно во врубках и шпонках), а также наличие непроклеенных участков в пролетных строениях из клееной древесины могут привести к существенному снижению несущей способности конструкций. При загнивании мелких ответственных элементов (шпонок, колодок, узловых подушек) эти элементы, как правило, подлежат замене.

Монолитные и сборно-монолитные бетонные опоры

Б.19 Наличие общих деформаций опор свидетельствует обычно о деформациях оснований и фундаментов и приводит к снижению эксплуатационных свойств сооружения (смещению опорных частей, уменьшению зазоров деформационных швов, ухудшению профиля и плана пути); для статически неопределимых систем такие деформации могут привести к повреждению основных конструкций и снижению их несущей способности.

Б.20 Вертикальные температурно-усадочные трещины в массивных бетонных опорах раскрытием до 1-1,5 мм не представляют опасности для сооружения, за исключением случаев, когда эти трещины имеют тенденцию к развитию и создают опасность нарушения целостности опоры.

Б.21 Износ граней массивных (толщиной более 1,5 м) опор вследствие истирания бетона льдом и донными наносами с интенсивностью до 1 мм в год не представляет опасности и может считаться допустимым. Опасность износа облегченных и массивных опор в размерах, больших, чем указано выше, следует оценивать с учетом возможности снижения несущей способности и долговечности опор.

Б.21а Границы зон железобетонных конструкций, поверхность которых подверглась действию открытого огня, следует определять по степени потери показателя водонепроницаемости бетона по ГОСТ 12730.5, по сравнению с его ненарушенными участками. Толщина слоя разрушенного бетона устанавливается по результатам испытаний образцов кернов по ГОСТ 28570 и неразрушающими методами по ГОСТ 22690 с определением значений прочности на различной глубине. При этом более высокая прочность бетона соответствует большей степени нарушения его структуры.

Приложение В (рекомендуемое). Рекомендации по анализу и оценке основных результатов обследований и испытаний

В.1 Основным критерием удовлетворительной работы конструкций мостов и труб по результатам испытаний является соответствие упругих факторов (усилий, напряжений, деформаций, перемещений и др.), измеренных при воздействии испытательной нагрузки, и значений, полученных расчетным путем с учетом фактического состояния конструкций.

В.2 Работа сооружения при статических испытаниях оценивается с помощью конструктивного коэффициента , вычисляемого по формуле

$$K = \frac{S_e}{S_{cal}}$$, (В.1)

где S_e - фактор, измеренный под воздействием испытательной нагрузки;

S_{cal} - тот же фактор, найденный от испытательной нагрузки расчетным путем с учетом фактического состояния конструкции.

Конструктивные коэффициенты следует определять для наиболее загруженных элементов при каждом положении испытательной нагрузки.

В.3 По данным многочисленных статических испытаний значения коэффициента K для основных несущих конструкций и их элементов составляют 0,7-1,0, а для элементов пролетных строений, в которых расчетами не учитывается совместная работа главных балок (ферм) с элементами проезжей части и дорожной одежды, как правило, 0,5-0,7. Отклонения результатов замеров от расчетных величин должны подвергаться анализу с выявлением причин их возникновения.

В.4 Значения коэффициента K, большие единицы, указывают на существенное отличие работы элементов сооружения от принятых в расчетах предпосылок. В этих случаях необходимо разработать меры по обеспечению надежной работы элементов.

Значения коэффициента K, вычисленные по величинам максимальных фибровых напряжений, могут в отдельных случаях превышать единицу в связи с наличием концентраторов напряжений, эксцентриситетов действия сил, физической неоднородности соединений и прикреплений элементов и других обстоятельств.

Низкие значения коэффициента K могут указывать на наличие в сооружении или у его элементов резервов несущей способности. Возможность использования этих резервов может быть рассмотрена после изучения причин получения низких значений коэффициента K.

В.5 Соответствие фактической пространственной работы пролетного строения теоретическим предпосылкам, использованным в расчетах, допускается оценивать с помощью коэффициента адекватности K_a:

$$K_a = \frac{f_{\max} / \sum_{i=1}^{n} f_i}{w_{\max} / \sum_{i=1}^{n} w_i}$$, (В.2)

где f_i, w_i - соответственно фактические (измеренные) и теоретические (рассчитанные) прогибы i-й балки;

f_{max}, w_{max} - соответственно максимальные (по абсолютной величине) фактические и теоретические прогибы балки;

n - число балок (ферм, арок) или любых других точек в поперечном сечении пролетного строения, прогибы которых измерялись при испытаниях.

Близость коэффициента адекватности K_a к единице характеризует соответствие фактической и теоретической пространственной работы пролетного строения.

В.6 В качестве одного из критериев фактического состояния моста по результатам статических испытаний может служить соотношение измеренных упругих и остаточных деформаций (в основном прогибов), выражаемое показателем работы конструкции α, равным:

$\alpha = f_r / f_{el}$, (В.3)

где f_r - величина остаточного прогиба, определенного после стабилизации деформаций;

f_{el} - величина упругого прогиба, определенного при тех же условиях.

Оценку работы вновь построенных (реконструированных или отремонтированных) мостов по соотношению упругих и остаточных деформаций следует производить по результатам первого загружения конструкций испытательной нагрузкой, близкой по величине к нормативной.

Показатели работы конструкций α могут достигать следующих значений:

а) для вновь построенных мостов:

из дерева - 0,3;

из других материалов - 0,15;

б) для мостов, находящихся в эксплуатации:

из дерева - 0,1;

из других материалов - 0,05.

Для вновь построенных мостов следует выполнить оценку затухания остаточных деформаций. В случае отсутствия, при повторных загружениях, уменьшения остаточных деформаций следует выяснить причины этого явления и разработать мероприятия по их устранению.

В.7 Полученные при статических испытаниях величины прогибов и переломов профиля проезжей части с учетом профилей, зафиксированных при обследовании, следует использовать при оценке соответствия их нормируемым величинам.

В.8 Работу конструкций под динамическим воздействием необходимо оценивать на основании сопоставления величин фактических и проектных динамических коэффициентов, сравнения измеренных величин периодов собственных колебаний с расчетными и нормируемыми, выявления неблагоприятных видов колебаний (резонансного типа и биений), рассмотрения характера затухания колебаний и др.

В.9 При сравнении измеренных прогибов, углов перелома профиля проезжей части, коэффициентов поперечной установки и периодов колебаний с расчетными их величинами последние могут определяться с учетом

разгружающего влияния конструктивных элементов.

В.10 При определении фактической грузоподъемности сооружения влияние конструктивных элементов на работу основных несущих конструкций следует учитывать в тех случаях, когда обеспечена надежная совместная работа этих элементов с основными несущими конструкциями или когда совместная работа гарантирована принятыми в проекте решениями.

В.11 Грузоподъемность моста определяется грузоподъемностью наиболее загруженного (критического) элемента с учетом фактического состояния моста.

Грузоподъемность критического элемента следует вычислять по формуле

$$G = \frac{S_{ult} - S_{const}}{S_K} K$$, (В.4)

где S_{ult} - предельное усилие, воспринимаемое элементом по условию прочности, выносливости или устойчивости (несущая способность);

S_{const} - усилие в элементе от постоянных нагрузок;

S_K - усилие в элементе от временной эталонной (АК, НК и т.д.) нагрузки;

K - класс эталонной нагрузки.

Приложение Г (рекомендуемое). Основные свойства материалов мостовых сооружений и методы их оценки

Г.1 При инструментальных исследованиях свойств материалов мостовых сооружений рекомендуется руководствоваться таблицей Г.1.

Таблица Г.1

N п/п	Наименование свойства. Метод контроля	Нормативный документ
1	Прочность бетона:	
	- неразрушающие прямые (отрыв со скалыванием, скалывание ребра) и косвенные (по градуировочным зависимостям, в том числе упругого отскока и ультразвуковой) методы контроля;	ГОСТ 22690 ГОСТ 17624
	- разрушающие методы с испытанием кернов	ГОСТ 28570
2	Сплошность бетона. Глубина и ширина раскрытия трещин, распространение зоны неплотного бетона:	
	- ультразвуковой метод;	ГОСТ 17624
	- изъятие кернов	ГОСТ 28570
3	Водонепроницаемость:	
	- по показателю воздухонепроницаемости	ГОСТ 12730.5

4	Морозостойкость (рекомендуется проводить совместно с определением водонепроницаемости по показателю воздухонепроницаемости)	ГОСТ 10060.0
5	Содержание хлорид-ионов в пробах бетона: - порошкообразные пробы на различной глубине;	[12] Экспресс-методика по согласованию с заказчиком
	- фрагмент поверхностного слоя бетона	
6	Глубина карбонизации защитного слоя бетона	[13]*, [17]
7	Толщина защитного слоя бетона и параметры армирования:	
	- магнитный метод;	ГОСТ 22904
	- радиационный метод;	ГОСТ 17625
	- вскрытие арматуры с замером остаточного сечения	ГОСТ 31937
8	Коррозионная активность арматуры	[14]
9	Прочность извлеченной из конструкции арматуры на растяжение	ГОСТ 12004
10	Качество сварных соединений арматуры	ГОСТ 23858 ГОСТ 10922
11	Качество сварных швов металлических конструкций	ГОСТ 3242
12	Сила натяжения арматуры	ГОСТ 22362
13	Стойкость напрягаемой арматуры к коррозионному растрескиванию	ГОСТ Р 52804
14	Химический состав стали	ГОСТ 18895
15	Ударная вязкость стали	ГОСТ 9454
16	Адгезия лакокрасочного покрытия:- метод решетчатых надрезов;- метод параллельных надрезов;	ГОСТ 15140
	- метод решетчатого надреза	ГОСТ 31149
17	Толщина антикоррозионного покрытия:	
	- магнитный метод	ГОСТ Р 51694
18	Адгезия гидроизоляции методом отрыва	ГОСТ 26589

Примечания:
1 Количество участков, на которых производят определение характеристики бетона для отдельного железобетонного элемента моста (балки, стойки, ригеля и др.) неразрушающими косвенными методами, должно быть не менее шести при общем количестве измерений на элемент не менее 15.
2 Для трещин шириной раскрытия на поверхности конструкции более 0,3 мм диагностику состояния арматуры и распространения трещины вглубь конструкции рекомендуется проводить с измерением ширины трещины на уровне рабочей арматуры.

Приложение Д (рекомендуемое). Обследование оснований и фундаментов мостовых сооружений

Д.1 Обследование состояния грунтов оснований и фундаментов мостовых сооружений следует проводить силами профильных организаций.

Д.2 Обследование фундаментов и их оснований, по возможности, проводят в выборочном порядке в специально отрытых шурфах.

Д.3 Необходимое число шурфов зависит от цели обследования, объемно-планировочного и конструктивного решений фундаментов, а также от технического состояния строительных конструкций. При обследовании эксплуатируемого мостового сооружения суммарная площадь в плане шурфа должна составлять не более 10%.

Д.4 При обследовании фундаментов шурфы следует располагать против угла фундамента.

Д.5 Шурфы отрывают на глубину ниже уровня подошвы ростверка на 0,5 м.

Д.6 Проводят осмотр фундаментов из открытых шурфов, определяют их тип и форму в плане, размеры, глубину заложения, определяют конструктивное решение.

Д.7 При обнаружении в конструкциях надземной части опор деформаций осадочного характера (вертикальных и наклонных трещин в элементах железобетонных монолитных опорах и т.д.) устанавливают наблюдение за осадками конструкций.

При обнаружении трещин осадочного характера в конструкциях устанавливают, по возможности, причины их возникновения, возраст трещин, замеряют ширину раскрытия и протяженности трещин, определяют характер их раскрытия по вертикали (увеличение раскрытия к верху или к низу) и степень их опасности.

Д.8 Наблюдение за деформациями оснований и фундаментов следует проводить согласно указаниям ГОСТ 24846.

Д.9 Указания по проведению работ по выявлению перемещений конструкций фундаментов и крена сооружений приведены в ГОСТ 24846 и СП 126.13330.

Библиография

[1] ЦП-628 Инструкция по содержанию искусственных сооружений. МПС России, 1999.

[2] Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования (взамен ВСН 24-88). - Минтранс России, 2004.

[3] ВСН 4-81 "Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах". - Минавтодор РСФСР, 1981.

[4] Руководство по определению грузоподъемности металлических пролетных строений железнодорожных мостов. - МПС СССР, 1985.

[5] Руководство по определению грузоподъемности железобетонных пролетных строений железнодорожных мостов. - МПС СССР, 1974.

[6] ВСН 32-89 Инструкция по определению грузоподъемности железобетонных балочных пролетных строений автодорожных мостов. - Минавтодор РСФСР, 1990.

[7] ОДМ 218.4.001-2008. Методические рекомендации по организации обследования и испытания мостовых сооружений на автомобильных дорогах. - Росавтодор, 2008.

[8] Требования к проекту эксплуатации моста*. - ГП "Росдорнии", 2002.

[9] Руководство по диагностике мостовых сооружений на автомобильных дорогах. - Росавтодор, 2005.

[10] ЦУКС-799 "Правила приемки в эксплуатацию законченных строительством, усилением, реконструкцией объектов федерального железнодорожного транспорта" (взамен ЦУКС/4007, 1981). - МПС России, 2000.

[11] Инструкция по диагностике мостовых сооружений на автомобильных дорогах. - Минтранс России, 1996.

[12] Методика определения содержания хлоридов в железобетонных конструкциях мостовых сооружений. - М.: Минтранс России, 2002.

[13] Пособие по обследованию строительных конструкций зданий*. - М.: АО "ЦНИИПромзданий", 2004.

[14] ОДМ 218.3.001-2010 Рекомендации по диагностике активной коррозии арматуры в железобетонных конструкциях мостовых сооружений на автомобильных дорогах методом потенциалов полуэлемента. - М.: Росавтодор, 2011.

[15] ВСН 1-83 Типовая инструкция по техническому учету и паспортизации автомобильных дорог общего пользования. - М.: Минавтодор РСФСР, 1982.

[16] ОДМ 218.3.014-2011 Методика оценки технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах. - М.: Росавтодор, 2011.

[17] ОДМ 218.2.044-2014 Рекомендации по выполнению приборных и инструментальных измерений при оценке технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах. - М.: Росавтодор, 2014.

[18] ОДМ 218.3.042-2014 Рекомендации по определению параметров и назначению категорий дефектов при оценке технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах. - М.: Росавтодор, 2014.

[19] ОДМ 218.4.002-2008 Руководство по проведению мониторинга состояния эксплуатируемых мостовых сооружений.

[20] Инструкция по оценке состояния и содержания искусственных сооружений на железных дорогах Российской Федерации/Департамент пути и сооружений ОАО "РЖД". - М., 2006. - 120 с.