ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

ТЕХНОЛОГИЯ МАГНИТНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОЙ АРМАТУРЫ И ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «ИНТРОН ПЛЮС».

Коллектив авторов: канд. техн. наук К. В. Мякушев (ООО «ИНТРОН ПЛЮС), И. И. Шпаков (ООО «ИНТРОН ПЛЮС»), канд. техн. наук В. Ю. Волоховский (ООО «ИНТРОН ПЛЮС), канд. техн. наук А. Н. Воронцов (ООО «ИНТРОН ПЛЮС), канд. техн. наук В. К. Матвеев (МГУПС (МИИТ), канд. техн. наук А. В. Сырков (ОАО «Трансмост»).

2 ВНЕСЕН Управлением эксплуатации автомобильных дорог Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 29.11.2017 № 3592-р.

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	2
3	Термины и определения	2
4	Обозначения и сокращения	5
5	Общие положения	6
6	Порядок и методика проведения магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостовых сооружений	7
7	Средства магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры, вспомогательное оборудование, инструмент	11
8	Подготовка контролируемой поверхности железобетонных балок	13
9	Настройка средств магнитной диагностики	13
10	Обработка и интерпретация результатов измерений	14
11	Оценка технического состояния железобетонных балок по результатам магнитной диагностики	16
12	Оформление результатов магнитной диагностики	18
13	Требования к СОП.....	19
14	Ограничения по использованию метода.....	21
15	Требования к организации и персоналу, выполняющему магнитную диагностику предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостовых сооружений.....	22
16	Требования безопасности при подготовке и проведении магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостовых сооружений.....	23
Приложение А. Примеры магнитограмм.....		24
Приложение Б. Образец журнала особенностей.....		29

Приложение В. Образец журнала магнитограмм…….. 30

Приложение Г. Образец журнала дефектов…… 32

Приложение Д. Образец операционной технологической карты со схемой сканирования…… 33

Приложение Е. Образец заключения о техническом состоянии предварительно напряженной арматуры…… 40

Библиографические данные ……..……..…… 42

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Технология магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры и оценки технического состояния железобетонных балок мостовых сооружений

1 Область применения

Настоящий отраслевой дорожный методический документ (далее – методический документ) является актом рекомендательного характера в дорожном хозяйстве, содержащим технические рекомендации по технологии магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры и оценки технического состояния железобетонных балок мостовых сооружений по результатам магнитной диагностики.

Настоящий методический документ распространяется на диагностику предварительно напряженной арматуры железобетонных балок пролетных строений мостовых сооружений. Технология магнитной диагностики, изложенная в методическом документе, и соответствующее оборудование, прежде всего, ориентированы на контроль предварительно напряженной арматуры, расположенной в нижнем поясе железобетонных балок двутаврового сечения. Особо актуальным является применение изложенной технологии для составных по длине сборных железобетонных конструкций. Изложенная технология может применяться для неразрушающего контроля как предварительно напряженной, так и обычной рабочей арматуры мостовых и других железобетонных строительных конструкций при условии отсутствия ограничений, перечисленных в Разделе 14 настоящего методического документа или иных ограничений, обусловленных конструкцией контролируемого объекта.

Данные рекомендации предназначены для применения структурными подразделениями Росавтодора, подрядными строительными организациями, диагностическими организациями при выполнении магнитной дефектоскопии в ходе обследовательских работ в целях повышения достоверности определения эксплуатационной надежности, грузоподъемности, долговечности железобетонных балок пролетных строений мостовых сооружений и снижения вероятности их разрушения при эксплуатации, путем получения объективной информации средствами неразрушающего контроля о целостности, площади рабочего сечения металла и о фактическом техническом состоянии предварительно напряженной арматуры методом магнитной дефектоскопии.

Настоящий методический документ следует использовать в соответствие с правилами применения документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства [1].

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

Федеральный закон от 29 декабря 2004 № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации»

Федеральный закон от 30 декабря 2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности сооружений»

Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

Федеральный закон от 10 декабря 1995 № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения»

ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)

ГОСТ 20911-89 Межгосударственный стандарт. Техническая диагностика. Термины и определения

ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

ГОСТ 30631-99 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации

ГОСТ 33390-2015 Дороги автомобильные общего пользования. Мосты. Нагрузки и воздействия

ГОСТ Р 51901.1-2002 Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем

ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия

ГОСТ Р 55612-2013 Контроль неразрушающий магнитный. Термины и определения

СНиП12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования

СНиП12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство

СП 35.13330.2011 Мосты и трубы (актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*)

СП 79.13330.2012 Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний (актуализированная редакция СНиП 3.06.07-86)

Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 марта 2014 г. № 155н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте»

ТР ТС 014/2011 Безопасность автомобильных дорог

3 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

анализ риска: систематическое использование информации для определения источников и количественной оценки риска.

вид дефекта: классификационная группа, сформированная по общности одного или нескольких признаков (причин появления, механизма образования, внешних проявлений и других признаков, кроме классификации по возможным последствиям и качественной оценки предполагаемого ущерба от данного дефекта).

визуальный контроль: органолептический контроль, осуществляемый органами зрения.

дефект: каждое отдельное несоответствие в мостовом сооружении установленным требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

дефектоскоп: устройство для обнаружения дефектов в изделиях из различных металлических и неметаллических материалов методами неразрушающего контроля.

диагностика мостовых сооружений: особый тип обследования искусственных сооружений, выполняемый по установленному алгоритму технического диагностирования, включающему процедуру получения на натурных объектах данных о местоположении, особенностях конструкции, технических параметрах и дефектах сооружения, оценку технического состояния и составление технического паспорта, а также внесение при необходимости этих данных в автоматизированную информационную систему по искусственным сооружениям (АИС).

диагностический комплекс: комплекс, состоящий из магнитного дефектоскопа, устройства для его фиксации на поверхности сканирования и перемещения вдоль нее в процессе контроля, устройства записи, хранения и отображения информации.

журнал дефектов: перечень обнаруженных в результате проведения диагностики дефектов предварительно напряженной арматуры с указанием номера пролета, номера балки, местоположения (координаты), типа дефекта и количественной оценки.

журнал особенностей: перечень обнаруженных в результате проведения диагностики особенностей объекта контроля с указанием номера пролета, номера балки, местоположения (координаты) и типа особенности.

журнал магнитограмм: набор участков магнитограмм, соответствующих обнаруженным дефектам или особенностям объекта контроля.

идентификация дефектов: распознавание и оценка значимости дефекта в пределах технических возможностей дефектоскопа.

имитатор железобетонной балки: контрольный образец, позволяющий воспроизвести внутреннюю структуру из ферромагнитных армирующих элементов железобетонной балки внутри немагнитного каркаса, предназначенный для проверки метрологических характеристик

дефектоскопа и имитации воздействия контролируемой арматуры на дефектоскоп.

коррозия арматуры: необратимый самопроизвольный процесс разрушения арматуры в бетоне вследствие электрохимического процесса при взаимодействии с окружающей средой.

магнитный неразрушающий контроль: неразрушающий контроль, основанный на регистрации магнитных полей рассеяния, возникающих над дефектами, или на определении магнитных свойств объекта контроля.

магнитограмма: графическое представление сигналов линейки измерительных преобразователей, полученных в процессе выполнения сканирования поверхности объекта контроля с помощью магнитного дефектоскопа, в виде единого изображения.

менеджмент риска: скоординированные действия по руководству и управлению организацией в отношении рисков.

мостовое сооружение: искусственное сооружение, состоящее из одного или нескольких пролетных строений, опор и других конструкций, предназначенное для пропуска через искусственные и естественные препятствия транспортных средств, пешеходов, коммуникаций различного назначения.

Примечание – К искусственным препятствиям относятся искусственные водоемы, водные каналы, автомобильные и железные дороги, другие инженерные сооружения, а также территории предприятий, городские территории, через которые проходит автомобильная дорога.

обследование мостового сооружения: контроль технического состояния, осуществляемый согласно нормативным требованиям с целью выявления технического состояния, разработки рекомендаций по устранению и предупреждению возникновения дефектов, дальнейшей эксплуатации, ремонту, капитальному ремонту, реконструкции мостового сооружения или в других целях.

объект контроля: железобетонная балка мостового сооружения, предварительно напряженная арматура которой подлежит магнитному неразрушающему контролю.

особенность объекта контроля: конструктивная особенность объекта контроля, обнаруживаемая при визуальном контроле со стороны поверхности сканирования или вызывающая возмущение сигнала дефектоскопа на фоне бездефектных участков с однородной структурой арматуры.

порог реагирования: наименьшее значение параметра объекта контроля, вызывающее изменение магнитного поля, которое еще может быть зарегистрировано с требуемой степенью достоверности средствами магнитного неразрушающего контроля.

потеря сечения пучка: уменьшение площади поперечного металлического сечения пучка арматуры относительно номинального значения из-за износа, коррозии или по другим причинам.

пролетное строение: система, состоящая из конструктивно объединенных элементов, перекрывающая всё пространство или его часть между двумя или несколькими опорами, предназначенная для восприятия нагрузок от мостового полотна, собственного веса, транспортных средств и пешеходов и передачи нагрузок на опоры. Пролетные строения относят к основным несущим конструкциям мостового сооружения.

риск: сочетание вероятности опасного события и его вредных последствий.

скрытый дефект: дефект, не поддающийся обнаружению способами визуального обследования.

средство измерений: техническое средство, предназначенное для проведения измерений.

техническое состояние мостового сооружения: совокупность подверженных изменению в процессе эксплуатации свойств мостового сооружения, характеризуемая в определенный момент времени показателями, параметрами, установленными в нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации на мостовое сооружение.

Примечание – Состояние мостового сооружения характеризуется тем, что описывает переменные свойства мостового сооружения.

управление риском: действия, осуществляемые для выполнения решений в рамках менеджмента рисков.

Остальные термины с соответствующими определениями приняты в соответствии с ГОСТ 20911-89, ГОСТ Р 51901.1-2002, ГОСТ Р 55612-2013, Гражданским кодексом Российской Федерации от 26.01.1996 № 14-ФЗ, Градостроительным кодексом Российской Федерации от 29 декабря 2004 № 190-ФЗ, Техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений от 30 декабря 2009 № 384-ФЗ, Федеральными законами «О безопасности дорожного движения» от 10 декабря 1995 № 196-ФЗ, «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ, а также [2].

4 Обозначения и сокращения

В настоящем методическом документе применены следующие обозначения и сокращения:

АИС: аналитическая информационная система
ИЖББ: имитатор железобетонной балки
ЛНК: лаборатория неразрушающего контроля
НК: неразрушающий контроль
НТД: нормативно-технический документ
СОП: стандартный образец предприятия
ТБ: техника безопасности
ТЗ: техническое задание
и пр.: и прочее.

5 Общие положения

5.1 Методические рекомендации содержат технологию магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры и оценку технического состояния железобетонных балок пролетных строений мостовых сооружений по результатам магнитной диагностики.

5.2 Магнитную диагностику проводят с целью управления рисками мостового сооружения, выявления скрытых дефектов предварительно напряженной арматуры и дальнейшего их учета при определении технического состояния пролетных строений, разработки рекомендаций по устранению дефектов и дальнейшей эксплуатации балок.

5.3 Магнитной диагностике подлежат арматурные пучки, залегающие на глубине не более 150мм от поверхности сканирования. Поверхность сканирования представляет собой наружную плоскую поверхность балки со стороны укладки пучков предварительно напряженной арматуры, не имеющую препятствий для движения дефектоскопа по направлению вдоль арматурных пучков.

5.4 Магнитная диагностика проводится в необходимых случаях и может выполняться как составная часть обследования мостового сооружения, либо как самостоятельный вид приборных исследований. Периодичность проведения магнитной диагностики, как приборного обследования, определяется в соответствии с [3]. В случае обнаружения дефектов арматуры по результатам текущей диагностики может быть рекомендовано проведение магнитной диагностики с уменьшенной периодичностью как для всего сооружения, так и только для балок, имеющих дефекты арматуры.

5.5 Приоритетность проведения магнитной диагностики балок мостовых сооружений с предварительно напряженной арматурой следует определять, руководствуясь результатами анализа рисков, проводимого согласно положениям ГОСТ Р 51901.1-2002. При этом, как основные источники потенциального вреда, должны рассматриваться следующие виды опасностей: естественная коррозия металла; химическое воздействие среды (сульфаты, хлориды и т.п.); усталость металла; воздействие сверхтяжелых нагрузок; удары транспортных средств в балки пролетных строений. Основным нежелательным опасным событием в результате воздействия этих опасностей является потеря сечения металла рабочей арматуры. Так как степень риска определяется сочетанием вероятности опасного события и его вредных последствий, в первую очередь следует диагностировать балки, расположенные над железнодорожными путями, судоходными фарватерами и автодорожными магистралями. Приоритетность диагностики определяется интенсивностью движения транспорта под балками. При равной интенсивности в первоочередном порядке следует диагностировать балки, имеющие провисания, следы протечек и ржавчины, следы ударов транспортных средств.

5.6 Магнитная диагностика включает сбор необходимой информации о мостовом сооружении и конструкции исследуемых балок пролетных строений в объеме, предусмотренном техническим заданием, необходимым для достижения поставленных целей, подготовку оборудования и объекта контроля, проведение измерений, расшифровку и интерпретацию результатов. При обследовании могут производиться контрольные вскрытия защитного слоя, производится анализ причин возникновения дефектов, установление ремонтопригодности элементов, оценка влияния дефектов на несущую способность балок и сооружения в целом.

5.7 Трудозатраты на проведение магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры следует оценивать в соответствии с [4].

6 Порядок и методика проведения магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостовых сооружений

6.1 Порядок проведения магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостовых сооружений при её проведении, как самостоятельного вида приборных исследований, состоит из следующих основных этапов:

- Разработка и согласование ТЗ на проведение работ по магнитной диагностике предварительно напряженной арматуры.
- Изучение технической документации на мостовое сооружение.
- Разработка и согласование Программы и Методики магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры.
- Подготовка к проведению работ по магнитной диагностике предварительно напряженной арматуры.
- Визуальный контроль балок, подлежащих магнитной диагностике.
- Проведение работ по магнитной диагностике предварительно напряженной арматуры.
- Обработка и интерпретация полученных результатов магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры.
- Классификация обнаруженных дефектов.
- Оценка технического состояния предварительно напряженной арматуры железобетонных балочных пролетных строений мостового сооружения.
- Оформление результатов магнитной диагностики.

6.2 Программу выполнения работ по технической диагностике и операционные технологические карты разрабатывает подрядчик, в которых указывает:

- Наименование объекта контроля.
- Перечень НТД, на основании которых осуществлялась диагностика предварительно напряженной арматуры мостового сооружения.
- Имеющиеся сведения о конструкции объекта контроля.

- Тип дефектоскопа и оборудования, применяемого при диагностике.
- Схемы и параметры контроля.
- Перечень и очередность выполнения операций при проведении диагностики.
- Порядок обработки и интерпретации результатов контроля объекта или его элементов.
- Критерии оценки качества проконтролированного элемента.

6.3 Методику выполнения работ по технической диагностике разрабатывает подрядчик. Методика должна содержать следующие основные пункты:

6.3.1 Требования правил безопасности:

- Персонал, выполняющий работы, перед началом проведения диагностического обследования должен пройти инструктаж по ТБ, а при выполнении работ использовать индивидуальное защитное снаряжение (специальная рабочая одежда, перчатки, каска, предохранительный пояс и пр.).
- Персонал, задействованный в работах на высоте, работающий в люльке автомобильной вышки-подъемника, должен иметь соответствующие действующие удостоверения и допуск.
- Следует помнить, что магнитный дефектоскоп содержит источник сильного магнитного поля. Не следует подносить прибор к стальным конструкциям ближе, чем на 0.5м. Непроизвольное силовое взаимодействие прибора со стальными конструкциями может привести к травмам.

6.3.2 Требования к визуальному контролю.

- Перед началом инструментального контроля необходимо выполнить визуальный контроль (осмотр) балок со стороны поверхности сканирования при помощи бинокля.
- При обнаружении непреодолимых препятствий для перемещения тележки дефектоскопа по поверхности сканирования, данные препятствия должны быть устранены, либо отмечены, как неустранимые. Контроль участков с неустранимыми препятствиями не производится, а в «Журнале особенностей» делаются соответствующие пометки.
- В «Журнал особенностей» заносятся все особенности, наблюдаемые в области нижнего пояса двутавровой балки, например: стыки блоков, сколы защитного слоя бетона, выход арматуры на поверхность, ржавые потёки и пр. По возможности должна быть осуществлена координатная привязка отмеченных особенностей.

6.3.3 Требования к процедуре установки диагностического комплекса на нижний пояс двутавровой балки.

- Для контроля предварительно напряженной арматуры двутавровых балок со стороны нижнего пояса следует применять специальные сканирующие тележки в составе диагностического комплекса.

- Сканирующие тележки могут быть самоходными, либо приводиться в движение тяговыми тросами.
- Перед установкой сканирующей тележки на нижний пояс балки необходимо убедиться, что имеющаяся тележка конструктивно совместима с поперечным профилем балки, а после ее установки и фиксации на балке исключается ее падение.
- Установку оборудования на каждую балку производить в месте, наиболее удобном и безопасном для персонала, при прочих равных условиях — в зоне начала сканирования согласно схеме сканирования, описанной в Технологической карте.
- В первую очередь, необходимо установить сканирующую тележку дефектоскопа на нижний пояс балки и зафиксировать, исключив ее падение. Установка производится согласно Руководству по эксплуатации.
- В сканирующую тележку установить дефектоскоп.
- Во время установки дефектоскопа к нему должны быть подключены все предусмотренные конструкцией соединительные кабели. Длина информационного кабеля должна обеспечивать соединение дефектоскопа с устройством записи, хранения и отображения данных, находящимся в руках оператора. Оператор должен находиться в безопасном месте при любом положении дефектоскопа на сканируемой поверхности. Если длины кабеля не хватает для выполнения этих условий, то устройство записи следует закрепить на тележке, а управление (включение и выключение записи) осуществлять из точки начала сканирования, либо из точки установки дефектоскопа, если точка начала сканирования недоступна для непосредственного доступа персонала.
- Если ширина дефектоскопа не перекрывает всей ширины нижнего пояса балки, установить дефектоскоп в крайнее левое положение на тележке, исходя из выбранного начального направления сканирования в соответствии со схемой сканирования.
- После установки дефектоскопа осуществить настройку системы подвеса тележки. В результате настройки сканирующая измерительная плоскость дефектоскопа должна занять положение, параллельное сканируемой поверхности, с зазором, достаточным для преодоления естественных препятствий, но не более, чем указано в Руководстве по эксплуатации дефектоскопа. Подпружиненные элементы тележки должны иметь достаточный свободный ход во избежание заклинивания тележки при преодолении неровностей на поверхностях качения.
- При необходимости привести элементы дефектоскопа в рабочее положение.
- К перемещаемой тросами тележке прикрепить тяговые тросы спереди и сзади по ходу перемещения. Тросы раскладываются в зоне

выполнения работ так, чтобы обеспечить перемещение дефектоскопа по всей доступной для сканирования длине балки в обе стороны.

- К самоходной тележке прикрепить страховочный трос, позволяющий переместить тележку в доступную для персонала зону в случае отказа приводов.

6.3.4 Контроль предварительно напряженной арматуры двутавровых железобетонных балок со стороны нижнего пояса.

- После установки дефектоскопа в тележку осуществить проверочное перемещение тележки с дефектоскопом по всей длине балки без включения записи с целью выявления ранее не обнаруженных препятствий, проверки правильности настройки системы подвеса тележки, а также намагничивания контролируемой арматуры. Если препятствий не выявлено, установить тележку в исходное положение перед началом сканирования, согласно схеме сканирования.
- Подключить устройство записи, хранения и отображения данных, включить «Запись» и переместить тележку к противоположному концу балки, после чего выключить «Запись».
- Включить «Запись» и переместить тележку в исходное положение, после чего выключить «Запись».
- С помощью flash-накопителя перенести на переносной персональный компьютер записанные данные для их проверки и оперативного анализа результатов контроля.
- При наличии явных аномальных зон на полученных магнитограммах провести дополнительный визуальный контроль соответствующих участков с внесением пояснений в «Журнал особенностей».
- Для подтверждения наличия и типа аномалии провести дополнительное повторное сканирование аномальных участков с минимальной скоростью перемещения дефектоскопа для подтверждения наличия аномалии. Полная расшифровка данных в полевых условиях не производится.
- Установить дефектоскоп на тележке в следующее положение согласно схеме сканирования и повторить процедуру контроля необходимое количество раз согласно схеме сканирования.
- Перевести тележку в точку начальной установки и демонтировать оборудование в порядке, обратном установке.
- Перейти к выполнению работ на следующей балке согласно Технологической карте.

6.3.5 Требования к процедуре установки диагностического комплекса и проведения магнитной диагностики балок, отличных от двутавровых.

- Способы и процедуры установки диагностического комплекса на балки, отличные от двутавровых, а также процедура контроля разрабатываются в индивидуальном порядке и зависят от конструктивных особенностей объекта контроля.

6.4 Магнитная диагностика железобетонных балок выполняется при температуре окружающего воздуха от минус 10ºС до плюс 40ºС и относительной влажности воздуха от 40 % до 80 %.

7 Средства магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры, вспомогательное оборудование, инструмент

7.1 Основным средством измерений при магнитном контроле предварительно напряженной арматуры является магнитный дефектоскоп. Дефектоскоп входит в состав диагностического комплекса.

7.2 В состав диагностического комплекса, как минимум, должны входить следующие основные части:

- дефектоскоп - сканирующее устройство, состоящее из П-образной системы намагничивания на постоянных или электромагнитах, одной или нескольких измерительных систем, состоящих из блоков датчиков для регистрации магнитных полей рассеяния, и одометра для отсчета пройденного расстояния;
- система фиксации и перемещения дефектоскопа вдоль поверхности сканирования;
- устройство записи, хранения и отображения данных.

7.3. Блок датчиков основной измерительной системы дефектоскопа содержит измерительные преобразователи, предназначенные для регистрации полей рассеяния дефектов арматуры. Основным мешающим фактором при проведении измерений является влияние ненапряженной арматуры (хомутов, арматурных сеток) на сигнал измерительных преобразователей, поэтому чувствительные элементы блока датчиков основной измерительной системы должны быть расположены так, чтобы минимизировать это влияние. В случае, если избавиться от этого влияния не удается, в конструкции дефектоскопа должна быть предусмотрена дополнительная измерительная система, включающая в себя дополнительные блоки датчиков, в которых чувствительные элементы установлены в зоне максимального влияния ненапряженной арматуры и минимального влияния напряженной арматуры. Эти датчики служат для определения положения ненапряженной арматуры с целью последующей отстройки от ее влияния. Сигналы с датчиков поступают в устройство записи, хранения и отображения данных, где визуализируются в реальном времени с помощью специального программного обеспечения и сохраняются для дальнейшей обработки.

7.4 Дефектоскоп должен иметь порог реагирования, обеспечивающий выявление изменения площади поперечного сечения металла одного из трех пучков напряженной арматуры в зоне контроля не более чем на 5% на длине не более 100мм. Порог реагирования дефектоскопа является предметом периодической калибровки.

7.5 Дефектоскоп должен быть своевременно калиброван аккредитованным метрологическим органом и иметь соответствующую

отметку в техническом паспорте. Калибровка дефектоскопа осуществляется с применением калибровочных СОП, удовлетворяющих требованиям, указанным в Разделе 13 настоящего методического документа.

7.6 В рабочем положении дефектоскоп устанавливается рабочей поверхностью на поверхность сканирования балки с помощью системы фиксации и перемещения. Система фиксации и перемещения дефектоскопа, входящая в диагностический комплекс, должна обеспечивать фиксацию дефектоскопа на поверхности сканирования с заданным зазором между рабочей поверхностью дефектоскопа и поверхностью сканирования, перемещение дефектоскопа вдоль поверхности сканирования, а также смещение и переустановку дефектоскопа в поперечном направлении с заданным перекрытием полос сканирования. В качестве системы фиксации и перемещения могут применяться специальные тележки, системы направляющих и иные подобные средства.

7.7 Конструкция всего диагностического комплекса должна исключать возможность повреждения контролируемой поверхности железобетонной балки в процессе монтажа (демонтажа) и проведения диагностики. Эскиз схемы размещения дефектоскопа на нижнем поясе двутавровой балки приведен на рисунках Д1, Д2 Приложения Д к настоящему методическому документу.

7.8 Устройство записи, хранения и отображения данных в процессе контроля должно обеспечивать запись и сохранение данных контроля для последующего анализа, а также отображение данных на экране в режиме реального времени для контроля работы дефектоскопа. В качестве такого устройства может выступать переносной персональный компьютер, планшетный компьютер, иное специально разработанное устройство, обладающее соответствующими характеристиками.

7.9 Одометр дефектоскопа должен обеспечивать измерение пройденного расстояния с погрешностью не более ±50 мм на каждые 10м дистанции.

7.10 Запись сигналов измерительных систем должна производиться с фиксированным шагом по дистанции и управляться сигналом от одометра с целью поддержания постоянного шага записи вне зависимости от скорости устройства.

7.11 Диагностический комплекс должен обеспечивать запись сигналов на скорости не менее 0.2 м/с без потери данных.

7.12 Устройство записи дефектоскопа должно обладать объемом памяти, достаточным для хранения данных о контроле заданной площади поверхности сканирования.

7.13 По устойчивости к климатическим воздействиям дефектоскоп должен удовлетворять нормам, установленным ГОСТ Р 52931-2008 для группы исполнения С3 (температура окружающей среды от минус 10° до плюс 50 °С, относительная влажность до 95 % при 35 °С и более низких температурах, с конденсацией влаги).

7.14 По степени защиты от проникновения пыли и влаги дефектоскоп должен соответствовать IP55 (не хуже) по ГОСТ 14254-96.

7.15 По степени защиты от внешних механических воздействий дефектоскоп должен соответствовать группе механического исполнения М19 по ГОСТ 30631-99.

7.16 Комплект вспомогательного оборудования и инструмента, применяемого при магнитной диагностике предварительно напряженной арматуры балок пролетных строений, может включать:

- подъемные механизмы, обеспечивающие подъем и доступ персонала и аппаратуры к поверхности железобетонных балочных пролетных строений;
- сборно-разборные подмости, специальные обустройства и приспособления;
- приборы и инструменты, применяемые при обследовании искусственных сооружений;
- альпинистское снаряжение, страховочную привязь, индивидуальное страховочное защитное снаряжение персонала, переносные рации, автономное осветительное оборудование.

8 Подготовка контролируемой поверхности железобетонных балок

8.1 Для проведения магнитной диагностики необходимо провести подготовку поверхности железобетонных балочных пролетных строений мостового сооружения. Отмечаются участки, на которых потребуется подготовка и очистка поверхности.

8.2 На контролируемой поверхности балок не должно быть наростов грязи, смазки, льда, отложений, торчащих предметов и неровностей, препятствующих перемещению дефектоскопа. Участки с отслоением бетона также подвергаются очистке.

8.3 Производится маркировка железобетонных балок в соответствии со схемой сканирования операционной технологической карты.

8.4 В процессе подготовки контролируемой поверхности не допускается её повреждение.

8.5 В случае, если после проведенных мероприятий по очистке отдельных участков поверхности движение дефектоскопа невозможно в режиме сканирования, предусмотренном Руководством по эксплуатации дефектоскопа из-за неустранимых препятствий, такие участки помечаются как неконтролируемые.

9 Настройка средств магнитной диагностики

9.1 Перед проведением диагностики железобетонных балок пролетных строений необходимо провести настройку магнитного дефектоскопа.

9.2 Настройка дефектоскопа проводится в соответствии с Руководством по эксплуатации и должна обеспечивать его паспортные технические характеристики.

9.3 Настройка дефектоскопа проводится на СОП-ИЖББ, требования к которым сформулированы в Разделе 13 настоящего методического документа.

9.4 Если в памяти дефектоскопа уже записаны выполненные ранее настройки, то допускается их использование без повторной настройки прибора, при условии, что параметры объекта контроля и чувствительность дефектоскопа по СОП не изменились.

9.5 В процессе проведения магнитной диагностики следует выполнять периодическую проверку настройки чувствительности дефектоскопа. Период времени проверки устанавливается в соответствии с Руководством по эксплуатации конкретного типа дефектоскопа.

10 Обработка, интерпретация результатов измерений

10.1 Основным подходом для анализа состояния арматуры является сравнительный анализ сигналов, полученных в зонах с одинаковым внутренним строением балок - зонах сравнения.

10.2 Если предварительно напряженная арматура уложена в параллельные пучки, то зоны сравнения определяются структурой каркаса ненапряженной арматуры. Например, ближе к торцам балок шаг армирующих сеток и укладки хомутов часто бывает меньше, чем в средней части балки. Таким образом, допускается проводить сравнительный анализ сигналов на участках балки с одинаковым армированием ненапряженной арматурой.

10.3 Если структура армирования балки непостоянна по длине, но симметрична относительно ее середины, зоны сравнения сигналов определяют на участках балки, расположенных симметрично относительно ее середины.

10.4 При сравнительном анализе необходимо учитывать полученные результаты на соответствующих участках всех однотипных балок пролетного строения.

10.5 Если степень влияния мешающих факторов на результаты магнитной диагностики не позволяет сделать однозначного вывода о состоянии напряженной арматуры балки, магнитную диагностику следует проводить на периодической основе, отслеживая динамику изменения сигналов дефектоскопа во времени. В этом случае, по результатам первичной диагностики проводится только качественная оценка состояния арматуры, количественная оценка обнаруженных дефектов не проводится. По результатам повторной и последующих периодических диагностик проводится количественная оценка обнаруженных дефектов на основе комплексного анализа результатов текущей и предыдущих диагностик. Первичную диагностику, по возможности, следует проводить во время ввода

сооружения в эксплуатацию с целью записи базовых (образцовых) сигналов дефектоскопа, когда наличие коррозии арматуры практически исключено.

10.6 При анализе результатов магнитной диагностики необходимо учитывать состояние наружной поверхности балок и результаты других способов контроля, например, результаты диагностики активности коррозии арматуры методом потенциалов полуэлемента [5] в качестве априорной информации.

10.7 Для количественной оценки повреждений арматуры следует использовать СОП- ИЖББ, требования к которым сформулированы в Разделе 13 настоящего методического документа. Приведение в соответствие возмущений сигналов от моделируемых дефектов и мешающих факторов, полученных на ИЖББ, возмущению сигналов в анализируемых зонах сравнения позволяет сделать вывод о характере причин возмущения и провести ее количественную оценку, в том числе, оценить величину потери сечения металла пучков предварительно напряженной арматуры. Степень соответствия сигналов, полученных на ИЖББ и в зонах сравнения, достаточная для объективной интерпретации измерений, определяется конструкцией ИЖББ и возможностью изменения его параметров, техническими характеристиками прибора и экспертной оценкой, проводимой специалистом или специалистами, удовлетворяющими требованиям п.15.6 настоящего методического документа.

10.8 Вскрытие защитного слоя бетона в напряженной зоне балки может проводиться только при веских основаниях, сформулированных по результатам полной комплексной обработки данных.

10.9 Порядок действий при обработке и интерпретации результатов.

10.9.1 Анализ имеющейся документации, позволяющий установить раскладку и параметры как напряженной, так и ненапряженной арматуры балки.

10.9.2 Ознакомление с результатами предыдущих мероприятий по неразрушающему контролю арматуры магнитным или иным методом, если таковые проводились.

10.9.3 Определение зон для проведения сравнительного анализа сигналов.

10.9.4 Первичный анализ сигналов, полученных на диагностируемом объекте. Определение бездефектных участков и участков, предположительно содержащих особенности состояния арматуры. К особенностям состояния арматуры можно отнести как потерю сечения предварительно напряженной арматуры, так и любое проявление мешающих факторов, влияющих на амплитуду и форму сигнала дефектоскопа.

10.9.5 Сравнительный анализ сигналов участков с особенностями с предыдущими результатами контроля этих участков, если таковые имеются.

10.9.6 Сравнительный анализ сигналов для зон, определенный в п.10.9.3.

10.9.7 Сборка каркаса ИЖББ из немагнитных материалов. Протяженность рабочей зоны имитатора (зоны перемещения дефектоскопа) должна быть не менее 2м.

10.9.8 Укладка арматуры в каркас в соответствии с документацией. Имитация бездефектного участка.

10.9.9 Выполнение сканирования ИЖББ в режиме, повторяющем режим сканирования реального объекта.

10.9.10 Сопоставление сигналов, полученных на бездефектных участках реального объекта и ИЖББ по уровням и форме сигнала дефектоскопа.

10.9.11 При помощи калибровочных настроек приведение амплитуды и формы сигнала, полученного на ИЖББ, к амплитуде и форме сигнала, полученного на бездефектном участке реального объекта. Если такая операция невозможна, то проводится корректировка конструкции имитатора.

10.9.12 Комплексный анализ данных. Экспертная оценка состояния арматуры в зонах особенностей, обнаруженных при анализе сигналов (п. 10.9.4), идентификация дефектов и особенностей.

10.9.13 Моделирование предполагаемого состояния арматуры на ИЖББ, в случае необходимости, для проведения количественной оценки состояния арматуры и выполнение сканирования ИЖББ с моделью особенности (дефекта).

10.9.14 Сравнение полученных в п. 10.9.13 данных с данными, полученными на объекте. В случае соответствия результатов обеих измерительных систем, полученных на объекте контроля и ИЖББ, вынесение заключения о характере конкретной обнаруженной особенности и ее количественная оценка.

10.9.15 Внесение особенности в журнал дефектов, либо в журнал особенностей.

10.9.16 Переход к п.10.9.13 для анализа следующего участка, содержащего особенность.

10.10 По результатам обработки и интерпретации данных контроля составляются: журнал особенностей, журнал магнитограмм и журнал дефектов (Приложения Б-Г). Журнал магнитограмм содержит участки магнитограмм, соответствующие обнаруженным дефектам и особенностям.

11 Оценка технического состояния железобетонных балок по результатам магнитной диагностики

11.1 Основным критерием оценки технического состояния предварительно напряженной арматуры, определяемым в результате проведения диагностики магнитным методом, является потеря сечения металла, вызванная причинами различного характера.

11.2 При обнаружении обрыва арматуры или уменьшения рабочего сечения арматуры в балках пролетных строений в результате коррозии

решение о возможности и порядке эксплуатации железобетонных балок принимают после расчетов грузоподъемности пролетного строения, без которых невозможна классификация обнаруженных дефектов в арматуре по категориям, то есть по классификационным группам, отражающим значимость данного дефекта по комплексному риску, влиянию на основные свойства и показатели технического состояния, а также отражающим качественную оценку предполагаемого ущерба от данного дефекта.

11.3 Основными показателями грузоподъемности являются классы нагрузки. Грузоподъемность пролетного строения определяет максимальная полезная нагрузка, которую оно может воспринять при расчетах по первой группе предельных состояний. Грузоподъемность пролетного строения определяется несущей способностью наиболее слабого элемента (балки), имеющего наименьший класс по грузоподъемности.

11.4 Расчет несущей способности балок пролетных строений производят по правилам действующих норм проектирования СП 35.13330.2011 с учетом фактических геометрических размеров и прочностных характеристик расчетных сечений и с учетом влияния обнаруженных дефектов на несущую способность элементов. В расчетах потерю сечения рабочей арматуры принимают по фактически полученным данным при диагностике. Расчетные сечения по прочности принимают в местах наибольших усилий в конструкциях, в местах опасных ослаблений, снижающих несущую способность, а также в сечениях с резким изменением размеров сечений или обрывов арматурных стержней.

11.5 Количество, расположение и класс арматуры в несущих элементах определяют по технической документации (типовому проекту) или (при ее отсутствии) – путем вскрытия арматуры или методами неразрушающего контроля. Предельные усилия в расчетных сечениях несущих элементов по условиям достижения предельного состояния при известном армировании определяют по указаниям СП 35.13330.2011 с учетом дефектов, снижающих несущую способность (обрывы, погнутость и коррозия арматуры, уменьшение площади сжатой зоны бетона, пониженная фактическая прочность бетона).

11.6 Усилия в балках пролетных строений рекомендуется определять по пространственным расчетным схемам, с построением поверхностей влияния современными программными средствами.

11.7 Потеря сечения рабочей предварительно напряженной арматуры элемента оказывают непосредственное влияние на грузоподъемность железобетонных пролетных строений. Снижение грузоподъемности вследствие учета доказанного при натурной диагностике уменьшения площади сечения предварительно напряженной арматуры в подавляющем большинстве случаев становится основным фактором, определяющим техническое состояние и затраты на восстановление нормативного состояния, то есть, ремонтопригодность.

11.8 Классификацию имеющихся дефектов в арматуре выполняют стандартными методами, предусмотренными в [3, 6-8], в объеме, достаточном

для оценки технического состояния пролетного строения. Для дефектов в рабочей арматуре балок актуальны все категории дефектов по безопасности, долговечности, грузоподъемности и ремонтопригодности, поскольку такие дефекты оказывают влияние на все эти свойства, поэтому степень влияния (категория) таких дефектов может быть указана по всем четырем признакам влияния на безопасность (безопасность эксплуатации), безотказность (грузоподъемность), долговечность и ремонтопригодность.

12 Оформление результатов магнитной диагностики

12.1 Отчеты по результатам неразрушающего контроля предварительно напряженной арматуры железобетонных конструкций составляются в соответствии с [3]. К Отчету прилагаются журналы дефектов, особенностей и магнитограмм. Обязательными структурными частями Отчета являются:

- титульный лист;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

12.2 Основная часть отчета должна содержать:

- наименование и местоположение объекта контроля;
- сведения о предыдущих обследованиях;
- наименование организации (Подрядчика), выполнившей обследование и номер свидетельства об аттестации;
- время проведения обследования;
- описание и характеристики обследованного объекта (типы балок, их параметры);
- номера операционных технологических карт магнитного контроля;
- схема контроля;
- основные результаты визуального контроля;
- должность, фамилии и инициалы лиц, выполнивших магнитную диагностику.

12.3 Журнал дефектов содержит перечень обнаруженных дефектов с указанием для каждого дефекта согласно схеме контроля:

- номера пролетного строения;
- номера балки в пролетном строении;
- координаты дефекта (диапазона координат);
- количественных параметров дефекта;

12.4 Журнал особенностей содержит перечень обнаруженных особенностей с указанием для каждой особенности согласно схеме контроля:

- номера пролетного строения;
- номера балки в пролетном строении;
- координаты особенности (диапазона координат);

- типа особенности.

12.5 В журнал особенностей вносятся особенности объекта контроля, обнаруженные при визуальном контроле со стороны поверхности сканирования или вызвавшие возмущение сигнала дефектоскопа на фоне бездефектных участков с однородной структурой арматуры:

- стыки блоков;
- ржавые потеки на поверхности балки;
- выход арматуры на поверхность бетона;
- значительные сколы и выкрашивания защитного слоя бетона;
- скрытые неидентифицируемые ферромагнитные массы;
- значительные отклонения в расположении ненапряженной арматуры;
- трещины в балках и их параметры;
- и пр.

12.6 Журнал магнитограмм содержит участки магнитограмм, соответствующих участкам балки с особенностью или дефектом, с указанием номера особенности или дефекта согласно журналу особенностей.

13 Требования к СОП

13.1 При работе с дефектоскопами предварительно напряженной арматуры применяют два вида СОП: калибровочные и ИЖББ.

13.2 Калибровочные СОП служат для калибровки дефектоскопа и проверки его работоспособности.

13.3. Калибровка дефектоскопа выполняется с целью проверки и подтверждения метрологических характеристик дефектоскопа в следующих случаях:

- при выпуске дефектоскопа изготовителем;
- при выдаче сертификата калибровки;
- по истечении срока действия предыдущей калибровки;
- после ремонта и/или модернизации.

13.4. Проверка работоспособности дефектоскопа выполняется для подтверждения его работоспособного состояния, а также, в случае сомнений в показаниях дефектоскопа.

13.5 Калибровочный СОП представляет собой каркас прямоугольного сечения из немагнитного материала длиной не менее 1.5м. Верхняя поверхность должна быть плоской и гладкой. Внутри каркаса под верхней поверхностью должны быть созданы три параллельных канала круглого сечения для укладки пучков проволок, имитирующих предварительно напряженную арматуру. Эскиз калибровочного СОП с рекомендуемыми размерами приведены на Рисунке 1.

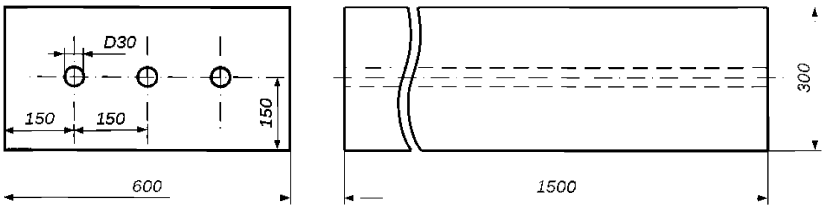


Рисунок 1. Эскиз калибровочного СОП с рекомендуемыми размерами.

13.6 Имитация ненапряженной арматуры в калибровочных СОП не осуществляется.

13.7 Для имитации предварительно напряженной арматуры в каналы укладываются пучки проволок длиной не менее длины канала. Рекомендуется формировать пучки из калиброванной проволоки диаметром 5мм, по 20 проволок в пучок. В этом случае сечение одной проволоки в пучке составит 5% от сечения пучка, что удовлетворяет требованиям п. 7.4.

13.8 Для имитации потери сечения по п.7.4 одна из проволок в пучке заменяется на разрезанную пополам проволоку. В зазор между торцами устанавливается вставка из немагнитного материала длиной 100мм. Подобным образом может быть имитирована и большая потеря сечения пучка, кратная 5% на участке любой длины в пределах длины СОП.

13.9 Проволоки калибровочного СОП должны быть аттестованы по диаметру и зазору (для проволок-имитаторов обрыва) соответствующей метрологической службой с погрешностью не хуже ±0,02 мм. Имитаторы должны быть маркированы и снабжены сертификатом о калибровке и техническим паспортом с отметками о периодических калибровках.

13.10 Методика применения калибровочных СОП определяется руководством по применению, техническими условиями и методикой испытаний дефектоскопа.

13.11 СОП-ИЖББ применяются для имитации структуры армирования подлежащей контролю железобетонной балки как с предварительно напряженной, так и с ненапряженной арматурой и оценки влияния вариации ее параметров и пространственного положения на сигналы измерительных преобразователей дефектоскопа.

13.12 Конструкция ИЖББ разрабатывается на основе конструкторской документации на подлежащие контролю железобетонные балки или иной информации, позволяющей достоверно воспроизвести структуру армирования балки. Основу конструкции ИЖББ должен составлять каркас из немагнитного материала, например, дерева.

13.13 Имитации подлежат все ферромагнитные элементы, попадающие в рабочую зону дефектоскопа в процессе контроля. Так при контроле двутавровой предварительно напряженной балки со стороны нижнего пояса рекомендуется имитировать:

- пучки двух нижних слоев предварительно напряженной арматуры;
- продольную ненапряженную арматуру, расположенную у поверхности сканирования;
- поперечные вертикальные хомуты или горизонтальные части хомутов, расположенные у поверхности сканирования;
- вертикальные стержни вертикальных армирующих сеток, выходящие к поверхности сканирования.

13.14 Пучки проволок, имитирующие предварительно напряженную арматуру, рекомендуется набирать из проволоки той же марки стали, что и имитируемые. Также допускается использовать проволоку других марок сталей, схожих по магнитным свойствам. Сечение каждого пучка в имитаторе должно быть равным сечению соответствующего пучка железобетонной балки.

13.15 Пучки укладываются в каналы ИЖББ для имитации предварительно напряженной арматуры. Желательно, чтобы в конструкции ИЖББ была предусмотрена возможность изменения положения каналов в поперечном сечении.

13.16 Для имитации дефектов предварительно напряженной арматуры часть проволок в пучке заменяется на разрезные проволоки с заданным зазором, аналогично п.13.8.

13.17 Для имитации ненапряженной арматуры применяются арматурные прутки, того же диаметра, что и имитируемые.

13.18 Рекомендуется предусмотреть возможность изменения пространственного положения отдельных элементов ненапряженной арматуры в пределах допусков согласно конструкторской документации на балку либо в ожидаемых пределах.

14 Ограничения по использованию метода.

14.1 Глубина залегания предварительно напряженной арматуры от поверхности сканирования железобетонной балки более 150мм.

14.2 В зоне контроля суммарное сечение продольной либо поперечной ненапряженной арматуры железобетонной балки сопоставимо с сечением напряженной арматуры.

14.3 Разрушение сканируемой поверхности железобетонной балки или иные причины, которые не позволят обеспечить перемещение дефектоскопа в составе диагностического комплекса с постоянным зазором относительно сканируемой поверхности.

14.4 Смещение соседних блоков составных балок друг относительно друга в поперечном направлении, которое приводит к появлению перепада уровней плоскостей сканирования железобетонных балок величиной 10мм и более в зоне стыка блоков (ограничение на контроль зоны стыка).

14.5 Отсутствие конструкторской документации на подлежащие контролю железобетонные балки или иной информации, позволяющей воспроизвести структуру армирования балки с помощью ИЖББ.

14.6 Несоответствие предоставленной конструкторской документации на подлежащие контролю железобетонные балки их фактической конструкции.

14.7 Несоответствие условий эксплуатации (температуры, влажности) требованиям, прописанным в руководстве по эксплуатации дефектоскопа.

14.8 Невозможность выполнить требования безопасности при подготовке и проведении магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостовых сооружений.

15 Требования к организации и персоналу, выполняющему магнитную диагностику предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостовых сооружений

15.1 Организация, выполняющая магнитную диагностику предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостовых сооружений, должна иметь в своём составе лабораторию неразрушающего контроля (ЛНК) и специалистов по магнитному контролю, обученных и аттестованных в соответствии с [9].

15.2 ЛНК должна быть аттестована в соответствии с [10] и оснащена дефектоскопами и вспомогательным оборудованием для проведения диагностики предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостовых.

15.3 Магнитную диагностику предварительно напряженной арматуры выполняет бригада по неразрушающему контролю (НК). Состав и численность бригады зависит от особенностей сооружения и применяемой аппаратуры. Примерный состав бригады по НК: два специалиста НК и два человека вспомогательного персонала. При необходимости к работам привлекаются промышленные альпинисты.

15.4 Специалисты по магнитной дефектоскопии предварительно напряженной арматуры должны пройти специальную подготовку по использованию применяемого оборудования, знать принципы и уметь применять технологию контроля с использованием данного метода, уметь проводить оценку выявленных дефектов арматуры.

15.5 Промышленные альпинисты должны быть аттестованы для проведения работ на высоте. Допускается привлечение аттестованных промышленных альпинистов и лиц вспомогательного персонала к работам по диагностике предварительно напряженной арматуры по договору подряда.

15.6 Расшифровку данных, полученных при диагностике предварительно напряженной арматуры, имеет право выполнять аттестованный специалист, прошедший специальную подготовку по установленной программе, успешно сдавший экзамен и получивший соответствующее удостоверение организации, осуществляющей подготовку специалистов по неразрушающему

контролю предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостовых сооружений.

16 Требования безопасности при подготовке и проведении магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостовых сооружений

Для обеспечения безопасности при выполнении работ по проведению магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостовых сооружений следует руководствоваться нормативными документами: ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог», СНиП12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования», СНиП12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство», Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 марта 2014 г. № 155н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте».

Приложение А

Примеры магнитограмм

На Рисунке А. 1 показаны магнитограммы составной предварительно напряженной балки, снятые со стороны нижнего пояса. Сверху представлены сигналы дополнительной измерительной системы (дополнительная магнитограмма), снизу – основной (основная магнитограмма).

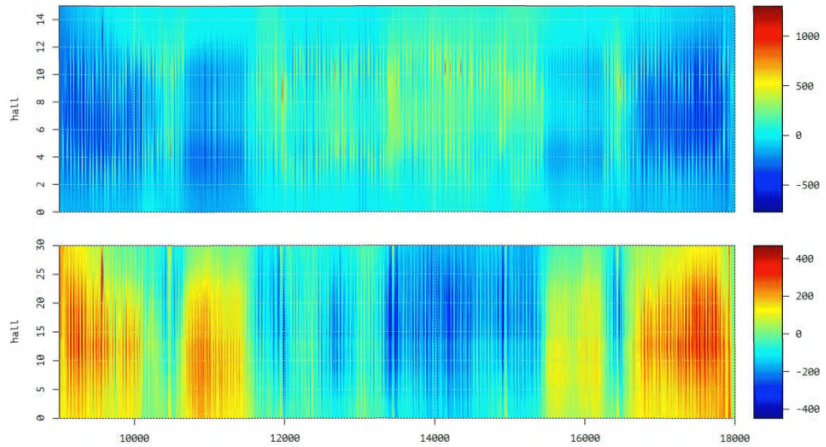


Рисунок А. 1. Магнитограммы нижнего пояса составной балки.

Палитра цветовой шкалы магнитограмм выбирается разработчиком программного обеспечения, позволяющего формировать изображение магнитограммы на экране компьютера. Разным цветом обозначены участки с разным уровнем магнитного поля в зоне измерительных центров преобразователей, что, в свою очередь, соответствует разной степени заполнения рабочей зоны контроля дефектоскопа ферромагнитным материалом (арматурой). Цветовая шкала оцифрована в условных единицах. На основной магнитограмме более «теплый» цвет соответствует уменьшению объема металла арматуры в зоне контроля. На дополнительной магнитограмме, наоборот, «теплый» цвет соответствует увеличению объема металла арматуры. По вертикальной оси отложен номер измерительного канала (преобразователя). Магнитограмма на Рисунке А. 1 получена с помощью дефектоскопа, в основной измерительной системе которого 30 измерительных каналов, а в дополнительной – 15. По горизонтали откладывается номер отсчета, который может быть пересчитан в дистанцию.

На магнитограммах можно выделить характерные участки, соответствующие следующим основным особенностям объекта контроля:

стыки блоков, поперечные хомуты, выходы стержней вертикальных армирующих сеток к сканируемой поверхности балки.

На Рисунке А.2 показан участок магнитограммы, на котором видны перечисленные выше особенности:

a. стык блоков.

b. поперечные хомуты.

c. выходы стержней вертикальных армирующих сеток к сканируемой поверхности балки.

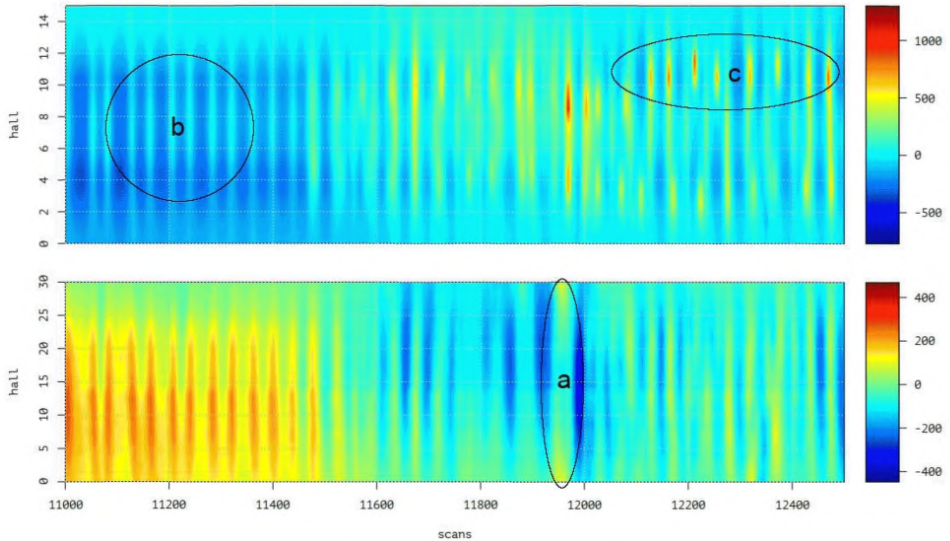


Рисунок А. 2. Характерные зоны на магнитограммах.

В следующих примерах описана возможность разделения влияния изменения технического состояния продольной напряженной и поперечной ненапряженной арматуры на сигналы основной измерительной системы путем анализа сигналов дополнительной измерительной системы.

На Рисунке А. 3 показаны дополнительная и основная магнитограммы, полученные на ИЖББ с имитацией потери металлического сечения пучков нижнего слоя напряженной арматуры без изменения состояния ненапряженной арматуры. Для наглядности имитирована значительная величина потери сечения – 50%. На Рисунке А. 4 показаны сигналы отдельных измерительных преобразователей дополнительной и основной измерительных систем этого же примера. Слева показан сигнал преобразователя № 7 (согласно вертикальной шкале на Рисунке А. 3) дополнительной измерительной системы, справа – преобразователя № 15 основной измерительной системы.

Видно, что потеря сечения пучков напряженной арматуры сильнее влияет на амплитуду сигнала основной измерительной системы, чем на амплитуду сигнала дополнительной системы. В этом случае, причину возмущения сигнала

основной измерительной системы можно идентифицировать как потерю металлического сечения предварительно напряженной арматуры.

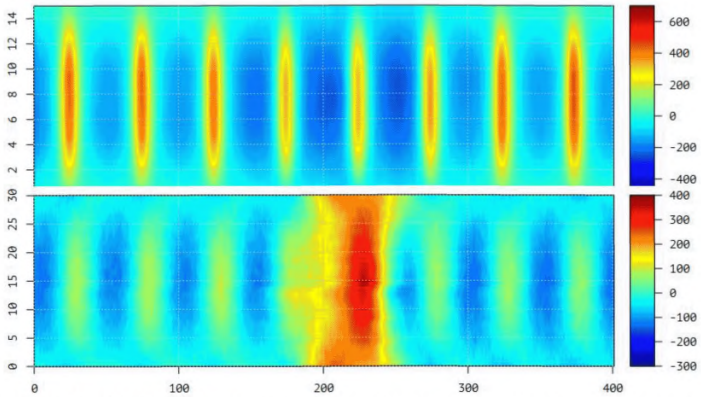


Рисунок А. 3. Дополнительная и основная магнитограммы, полученные на ИЖББ с имитацией потери металлического сечения пучков нижнего слоя.

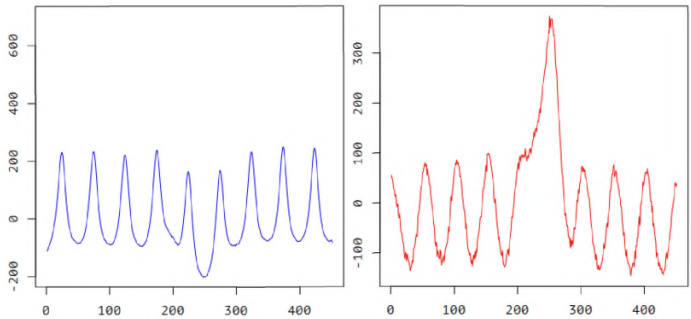


Рисунок А. 4. Сигналы измерительного преобразователя № 7 дополнительной измерительной системы (слева) и измерительного преобразователя № 15 основной измерительной системы (справа) для магнитограммы на Рисунке А. 3.

На Рисунке А. 5 показаны дополнительная и основная магнитограммы, полученные на ИЖББ с имитацией отсутствия вертикального хомута как предельного случая его глубокого залегания. На Рисунке А. 6 показаны сигналы отдельных измерительных преобразователей аналогично Рисунку А. 4, но для случая с отсутствием хомута. Видно, что изменение состояния ненапряженной арматуры, расположенной ближе к поверхности сканирования, неизбежно приводит к возмущению сигнала основной измерительной системы, однако,

отсутствие хомута однозначно обнаруживается на дополнительной магнитограмме. В этом случае, причина возмущения сигнала основной измерительной системы идентифицируется путем анализа сигнала дополнительной измерительной системы как значительное отклонение положения поперечного хомута от нормативного.

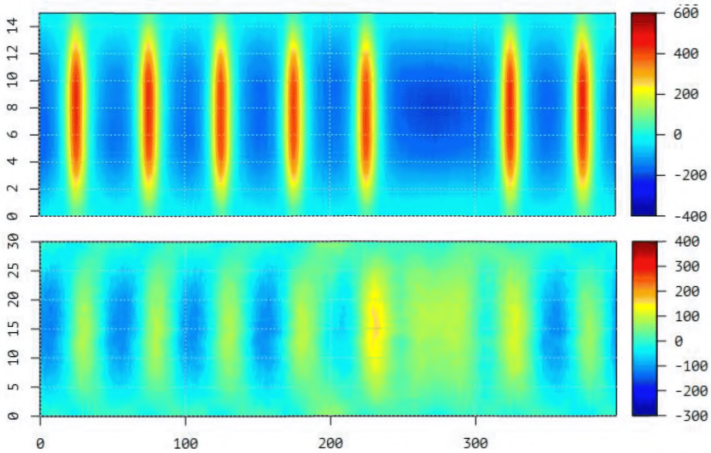


Рисунок А. 5. Дополнительная и основная магнитограммы, полученные на ИЖББ с имитацией отсутствия (глубокого залегания) вертикального хомута.

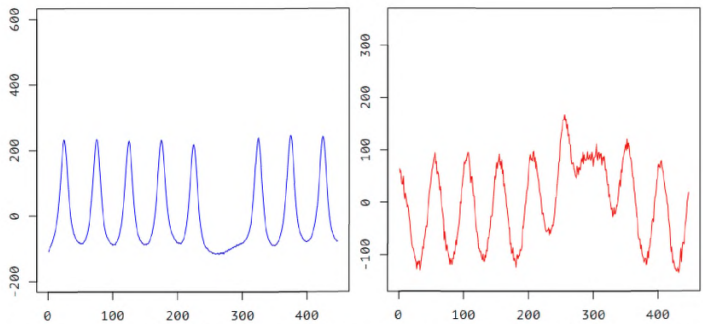


Рисунок А. 6. Сигналы измерительного преобразователя № 7 дополнительной измерительной системы (слева) и измерительного преобразователя № 15 основной измерительной системы (справа) для магнитограммы на Рисунке А.5.

На Рисунке А. 7 показаны дополнительная и основная магнитограммы, полученные на ИЖББ с имитацией отсутствия вертикального хомута и потери сечения предварительно напряженной арматуры. На Рисунке А. 8 показаны

сигналы отдельных измерительных преобразователей аналогично Рисунку А. 4, но для случая с отсутствием хомута и потерей сечения. Видны значительные возмущения сигналов на обеих магнитограммах. В этом случае по полученным магнитограммам на объекте контроля нельзя сделать определенный вывод о степени влияния изменения параметров ненапряженной арматуры на сигналы основной измерительной системы. Для оценки этого влияния и оценки количественного значения потери сечения предварительно напряженной арматуры необходимо моделирование подобной ситуации с помощью ИЖББ.

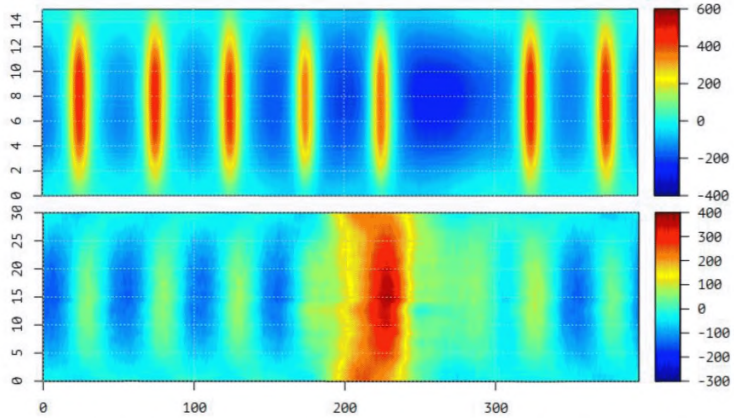


Рисунок А. 7. Дополнительная и основная магнитограммы, полученные на ИЖББ с имитацией одновременного отсутствия вертикального хомута и потерей сечения предварительно напряженной арматуры.

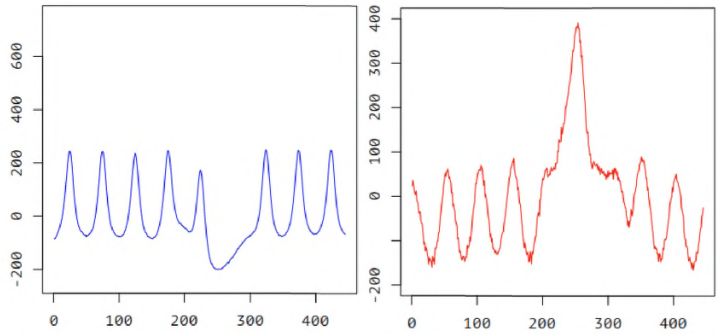


Рисунок А. 8. Сигналы измерительного преобразователя № 7 дополнительной измерительной системы (слева) и измерительного преобразователя № 15 основной измерительной системы (справа) для магнитограммы на Рисунке А.7.

Приложение Б

Образец журнала особенностей

ЖУРНАЛ ОСОБЕННОСТЕЙ.

Приложение к Заключению №_____ от _____

по магнитной диагностике предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостового сооружения.

№ особ.	№ пролета	№ балки	Координата, м	Описание
1	1	1	0 - 1.8	Неконтролируемая зона (опирание под углом к опоре)
2	1	1	2.4 – 2.8	Выход ненапряженной арматуры к поверхности (скопление металла под защитным слоем бетона)
3	1	1	3	Стык блоков
4	1	1	7.8 – 8.2	Неизвестно. Незначительное скопление металла под защитным слоем бетона.
5	1	1	9	Стык блоков
6	1	1	10.2	Ржавые потеки на сканируемой поверхности
7	1	1	11.3	Скол защитного слоя бетона
…				
21	1	5	0 - 1.8	Неконтролируемая зона (опирание под углом к опоре)
22	1	5	3	Стык блоков с потерей сечения предварительно напряженной арматуры
23	1	5	3.8 – 4.2	Следы ремонта
24	1	5	3	Стык блоков
…				
65	3	2	3.8 – 4.2	Следы ремонта
66	3	2	4.8	Скол защитного слоя бетона
…				

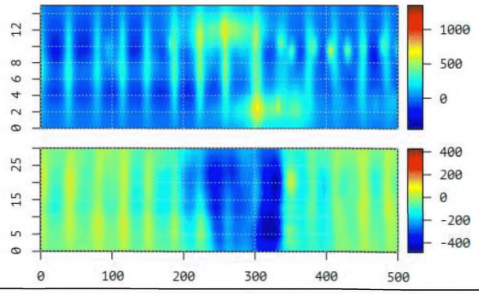
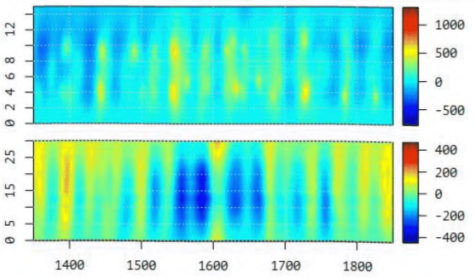
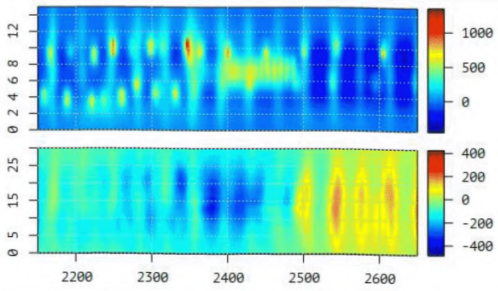
Приложение В

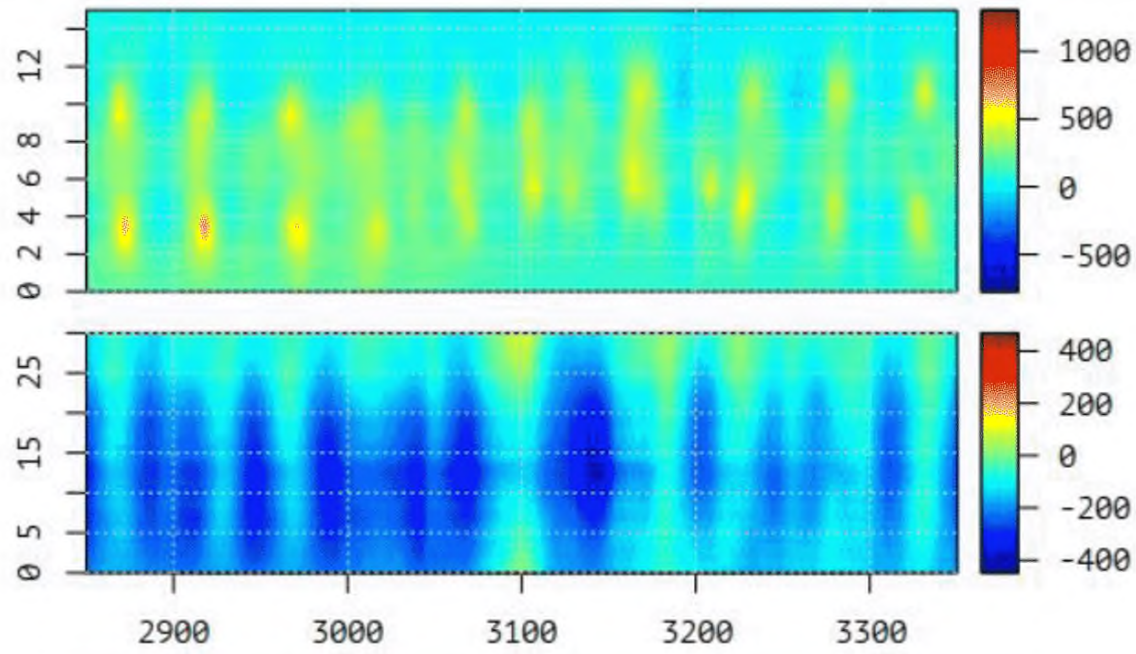
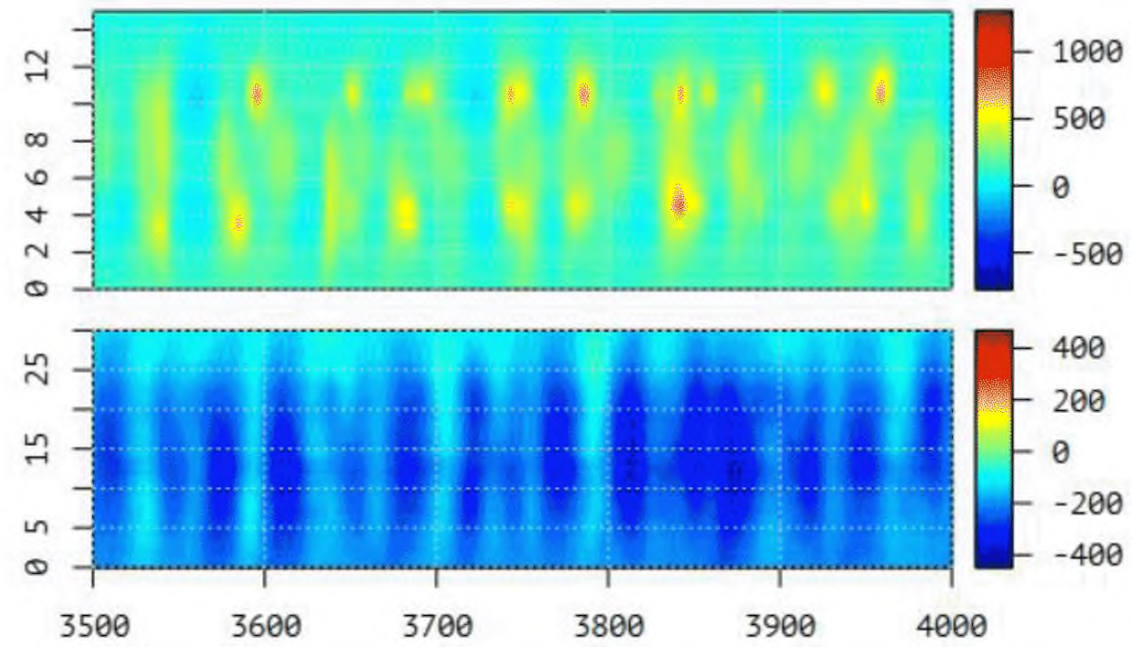
Образец журнала магнитограмм

ЖУРНАЛ МАГНИТОГРАММ

Приложение к Заключению №_____ от _____

по магнитной диагностике предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостового сооружения.

№ особ.	Участок магнитограммы дополнительной (сверху) и основной (снизу) измерительных систем при проезде по середине поверхности сканирования.
2	
3	
4	

5	0 2 4 6 8 12 1000 500 0 -500 0 5 15 25 400 200 0 -200 -400 2900 3000 3100 3200 3300
6	0 2 4 6 8 12 1000 500 0 -500 0 5 15 25 400 200 0 -200 -400 3500 3600 3700 3800 3900 4000
...	

Приложение Г

Образец журнала дефектов

ЖУРНАЛ ДЕФЕКТОВ

Приложение к Заключению №_____ от _____

по магнитной диагностике предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостового сооружения.

№ деф.*	№ пролета	№ балки	Координата, м	Тип дефекта	Количественная оценка
22	1	5	3	Потеря сечения	15%

* - нумерация дефектов согласно журналу особенностей.

Приложение Д

Образец операционной технологической карты со схемой сканирования

ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СО СХЕМОЙ СКАНИРОВАНИЯ

Магнитная диагностика предварительно напряженной арматуры железобетонных балок мостового сооружения

Объект:_____

_____

№ п/п	Последовательность операций	Действия и меры безопасности	Защитные средства	Приборы, материалы, инструменты	Примечание
1	2	3	4	5	6
1.	**Визуальный контроль**				
1.1	Обнаружение непреодолимых препятствий для перемещения сканирующей тележки дефектоскопа по поверхности нижнего пояса двутавровой балки.	Общие меры безопасности	Спецодежда*	Бинокль, «Журнал особенностей»	

* - здесь и ниже в термин «спецодежда» включено: защитная сезонная спецодежда, каска, защитные очки, спецобувь.

1	2	3	4	5	6

1.2	Устранение препятствий (при возможности)	ТБ по работе в люльке автовышки	Спецодежда, предохранительный пояс	Автовышка с люлькой, набор слесарного инструмента.	Не допускается повреждение поверхности балки
1.3	Внесение в «Журнал особенностей» неустранимых препятствий, а также других видимых особенностей (стыки блоков, сколы защитного слоя бетона, выход арматуры на поверхность, ржавые потеки и пр.) с координатной привязкой.	Общие меры безопасности	Спецодежда	Рулетка, телескопическая штанга, отвес, «Журнал особенностей».	
1.4	Утверждение и внесение в «Журнал особенностей» перечня неконтролируемых участков.			«Журнал особенностей»	

1	2	3	4	5	6
2.	**Установка диагностической системы на нижний пояс двутавровой балки.**				
2.1	Установить сканирующую тележку на нижний пояс.	ТБ по работе в люльке Автовышки	Спецодежда, предохранительный пояс	Автовышка с люлькой, сканирующая тележка, набор инструмента, Схема сканирования	
2.2	Установить дефектоскоп на тележку.	То же	То же	Автовышка с люлькой, сканирующая тележка, дефектоскоп с соединительными кабелями, набор немагнитного инструмента, Схема сканирования	
2.3	Настроить систему подвеса тележки.	То же	То же	То же	
2.4	Закрепить и разложить тяговые тросы	То же	То же	Автовышка с люлькой, тяговые тросы, телескопическая штанга.	

1	2	3	4	5	6
3	**Контроль.**				
3.1	Прокатить тележку с дефектоскопом по всей длине балки	ТБ по работе в люльке Автовышки	Спецодежда, предохранительный пояс	Автовышка с люлькой, сканирующая тележка с дефектоскопом и соединительными кабелями, тяговые тросы	
3.2	Установить тележку в исходное положение, согласно схеме контроля	То же	То же	То же	
3.3	Подключить к дефектоскопу планшетный компьютер через информационный кабель	Общие меры безопасности	Спецодежда	Дефектоскоп, планшетный компьютер.	
3.4	Включить «Запись» на планшетном компьютере, переместить тележку к противоположному концу балки, выключить «Запись».	ТБ по работе в люльке Автовышки	Спецодежда, предохранительный пояс	Автовышка с люлькой, сканирующая тележка с дефектоскопом, тяговые тросы, планшетный компьютер.	
3.5	Включить «Запись» на планшетном компьютере, переместить тележку в исходное состояние, выключить	То же	То же	То же	

1	2	3	4	5	6
	«Запись».				
3.6	Перенести на переносной персональный компьютер записанные данные, провести их проверку.	Общие меры безопасности	Спецодежда	Планшетный компьютер, flash-накопитель, переносной компьютер.	
3.7	При наличии явных аномальных зон на магнитограммах, провести дополнительный визуальный контроль соответствующих участков с внесением пояснений в «Журнал особенностей».	Общие меры безопасности	Спецодежда	Бинокль, «Журнал особенностей», Рулетка, телескопическая штанга, отвес,	
3.8	Переместить дефектоскоп на тележке в следующее положение на контролируемой балке	ТБ по работе в люльке Автовышки	Спецодежда, предохранительный пояс	Автовышка с люлькой, сканирующая тележка, дефектоскоп с соединительными кабелями, набор немагнитного инструмента, Схема сканирования	
3.9	Выполнить пункты 3.4 — 3.7				

1	2	3	4	5	6
3.10	По окончании работ на контролируемой балке демонтировать оборудование. Приступить к выполнению работ на следующей балке согласно Схеме сканирования Технологической карты.				Демонтаж производить по п.2 в обратном порядке.

СХЕМА СКАНИРОВАНИЯ БАЛОК МОСТОВОГО СООРУЖЕНИЯ

1. Нумерацию балок принять по направлению возрастания километража автомобильной дороги, начиная с № 1.
2. Работу начинать с балки № 1 и далее по порядку возрастания нумерации.
3. Нижнюю горизонтальную поверхность нижнего пояса балки условно разбить на 3 полосы сканирования с 50% перекрытием (см. Рис.Д1)
4. Полосу сканирования обозначать буквами a, b, c для каждой балки (1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 2c и т. д.).
5. Начинать сканировать с полосы a, затем b, затем c.
6. Прямым направлением сканирования (в отличие от обратного) принять направление возрастания километража автомобильной дороги.
7. Стрелка на корпусе прибора должна указывать в сторону прямого направления сканирования.
8. Схема установки прибора на полосу сканирования 1a приведена на Рис.Д1 (вид снизу).
9. Положение прибора на нижнем поясе на полосе 1a показано на рис.Д2 (вид в направлении прямого сканирования).

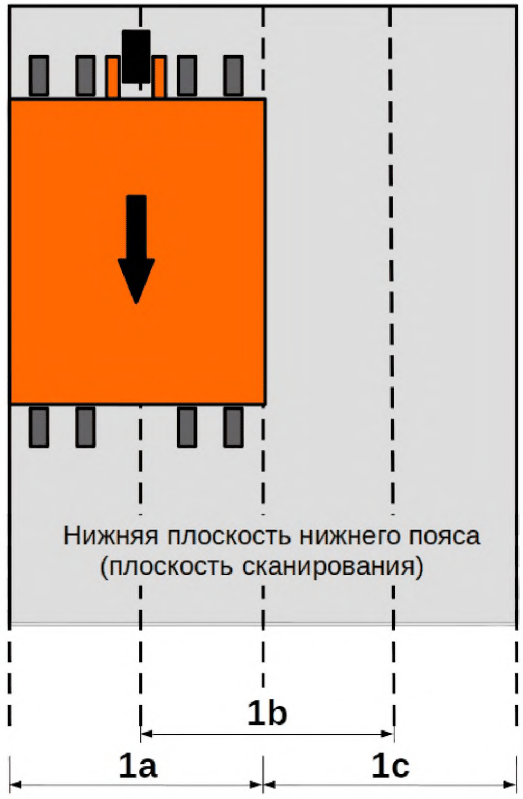


Рисунок Д1. Установка магнитной головки дефектоскопа на нижнюю плоскость балки на полосу 1а. Вид снизу. Тележка не показана.

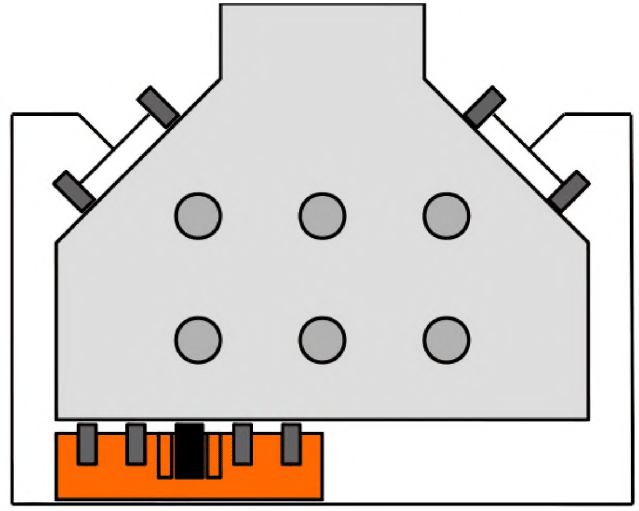


Рисунок Д2. Установка магнитной головки дефектоскопа на нижнюю плоскость балки на полосу 1а. Вид в направлении прямого сканирования.

Приложение Е

Образец заключения о техническом состоянии предварительно напряженной арматуры

ЗАКЛЮЧЕНИЕ №_____
от «____» _____ 20 г.
по магнитной диагностике арматуры железобетонных балок мостового сооружения

<table>
<tr><td>Наименование лаборатории НК</td><td>Наименование и местоположение объекта</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td>Наименование организации Заказчика</td></tr>
<tr><td>Номер свидетельства об аттестации</td><td>Наименование организации Подрядчика</td></tr>
<tr><td colspan="2">Параметры магнитной диагностики</td></tr>
<tr><td>Магнитный контроль выполнен в соответствии с нормативно технической документацией и операционной технологической картой</td><td>(название, шифр документа, номер карты)</td></tr>
<tr><td>Оценка технического состояния выполнена в соответствии с нормативно технической документацией</td><td>(название, шифр документа)</td></tr>
<tr><td>Магнитный дефектоскоп</td><td>(тип, марка прибора, заводской номер, дата последней калибровки)</td></tr>
<tr><td>СОП</td><td>(номер паспорта СОП, марка стали арматуры)</td></tr>
</table>

Результаты магнитной диагностики

Схемы сканирования балок приведены в операционных технологических картах согласно конструкторской документации.

Условное обозначение конструкции	Номер пролетного строения	Номер железобетонной балки и стыка блоков	Значение потери металлического сечения предварительно напряженной арматуры для наиболее существенных дефектов.	Оценка технического состояния

	Фамилия, инициалы	Уровень квалификации, удостоверение №	Подпись	Дата
Магнитный контроль выполнил				
Заключение выдал				
Руководитель ЛНК				

Рекомендуемая дата следующего диагностирования: «____» _____ 20 г.

Приложения:

1. Операционно-технологическая карта.
2. Журнал дефектов.
3. Журнал особенностей.

4. Журнал магнитограмм.

Библиографические данные

[1]	ОДМ 218.1.001-2010	Рекомендации по разработке и применению документов технического регулирования в сфере в дорожного хозяйства
[2]	РД-03-348-00	Методические указания по магнитной дефектоскопии стальных канатов.
[3]	ОДМ 218.4.001-2008	Методические рекомендации по организации обследования и испытания мостовых сооружений на автомобильных дорогах
[4]	ОДМ 218.4.020-2014	Рекомендации по определению трудозатрат при оценке технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах
[5]	ОДМ 218.3.001-2010	Рекомендации по диагностике активной коррозии арматуры в железобетонных конструкциях мостовых сооружений на автомобильных дорогах методом потенциалов полуэлемента
[6]	ОДМ 218.3.014-2011	Методика оценки технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах
[7]	ОДМ 218.3.042-2014	Рекомендации по определению параметров и назначению категорий дефектов при оценке технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах. Каталог дефектов в мостовых сооружениях
[8]	ОДМ 218.2.044-2014	Рекомендации по выполнению приборных и инструментальных измерений при оценке технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах
[9]	ПБ 03-440-02	Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля
[10]	ПБ 03-372-00	Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля

ОКС

Ключевые слова: диагностика, мостовое сооружение, магнитный дефектоскоп, предварительно напряженная арматура.

Руководитель организации-разработчика

ООО «ИНТРОН ПЛЮС»

Генеральный директор _____ Д.В.Сухоруков

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО

(РОСАВТОДОР)

РАСПОРЯЖЕНИЕ

29.11.2017 Москва № 3592-р

О применении и публикации ОДМ 218.5.009-2017 «Технология магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры и оценки технического состояния железобетонных балок мостовых сооружений»

В целях реализации в дорожном хозяйстве основных положений Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и обеспечения дорожных организаций методическими рекомендациями по технологии магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры и оценки технического состояния железобетонных балок мостовых сооружений:

1. Структурным подразделениям центрального аппарата Росавтодора, федеральным управлениям автомобильных дорог, управлениям автомобильных магистралей, межрегиональным дирекциям по строительству автомобильных дорог федерального значения, территориальным органам управления дорожным хозяйством субъектов Российской Федерации рекомендовать к применению с даты подписания настоящего распоряжения ОДМ 218.5.009-2017 «Технология магнитной диагностики предварительно напряженной арматуры и оценки технического состояния железобетонных балок мостовых сооружений» (далее – ОДМ 218.5.009-2017).

2. Управлению научно-технических исследований и информационного обеспечения (А.Н. Каменских) в установленном порядке обеспечить официальную публикацию ОДМ 218.5.009-2017.

3. Контроль за исполнением настоящего распоряжения возложить на заместителя руководителя И.Г. Астахова.

Руководитель **Р.В. Старовойт**

gost.e-ecolog.ru

РОСАВТОДОР
рсп.№ 3592-р
от 29.11.2017



Е.А. Шевченко
(495) 687-88-09