

# Инструментальный контроль герметичности гидроизоляции на мостах

Гидроизоляционное покрытие (далее — покрытие) является неотъемлемой частью пролетных строений мостовых сооружений, которое призвано защитить от влаги конструкционные материалы, обеспечить долговечность и безопасность сооружения. До недавнего времени контроль качества покрытия на мостах сводился к осмотру его поверхности без дорожного покрытия и обследованию наружной части пролетных строений с целью обнаружения следов протекания воды: высолов бетона или потеков ржавчины.

В 2021 году впервые в истории транспортной отрасли принят ГОСТ Р 59181 «Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Методы неразрушающего контроля сплошности диэлектрических гидроизоляционных покрытий на пролетных строениях». Проведение неразрушающего контроля в соответствии с требованиями национального стандарта позволяет обнаруживать дефекты в любых диэлектрических покрытиях, обеспечить достоверную оценку качества гидроизоляционных работ, проверять качество отремонтированных участков покрытия до устройства последующего слоя дорожной одежды.

## ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТА

Стандарт распространяется на диэлектрические гидроизоляционные покрытия из мастичных, рулонных и полимерных материалов и устанавливает методы неразрушающего контроля их сплошности после устройства на плитах проезжей части мостов, выполненных из стали или железобетона. В разработке ГОСТ Р 59181-2021 активное участие принимали генеральный директор ООО «К-СИСТЕМС ГРУПП» Александр Дубровский и научный сотрудник Уральского федерального университета к. х. н. Иван Сипатов.

Окончательная редакция национального стандарта, подготовленная совместно с экспертным сообществом — теоретиками и практиками мостостроения, учитывает возможности электрических методов для поиска дефектов в диэлектрических покрытиях или защитно-сцепляющих слоях и специфику выполнения работ на мостовых сооружениях. Эффектом от внедрения нового национального стандарта должно стать увеличение межремонтных сроков мостов за счет обнаружения 100% дефектов покрытия и их устранения до устройства вышележащего слоя дорожной одежды. Следствием применения данного национального стандарта также будет повышение эффективности затрат на строительство, ремонт, капитальный ремонт и реконструкцию мостовых сооружений, а также улучшение качества жизни всех соотечественников и гостей РФ.

Компания ООО «К-СИСТЕМС ГРУПП» является разработчиком специализированного оборудования и материалов для систем предупреждения протечек «КОНТРОЛИТ», основным элементом которой является технология сверхточной инструментальной диагностики герметичности гидроизоляции — Изотест, которая выполняется с применением одноименного оборудования неразрушающего контроля. Компания также руководит сетью лабораторий неразрушающего контроля сплошности покрытий, которые оказывают услуги по всей территории РФ.

## ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ НЕДОСТАТОЧНО

Гидроизоляционные покрытия защищают конструктивные элементы мостов, а также зданий жилого и производственного назначения. Сплошность (герметичность) таких покрытий — ключевой параметр, характеризующий их качество. Наиболее часто дефекты покрытий на мостах располагаются вблизи конструктивно сложных участков (воронки водоотводных трубок, сопряжения с цоколями дорожных ограждений и т.п.). Кроме того, риск возникновения дефектов в покрытии многократно возрастает при допуске техники и рабочих для проведения смежных работ, кроме устройства последующего слоя дорожной одежды. Все это обуславливает острую необходимость в проведении инструментального контроля не только сразу после устройства покрытия, для подтверждения его качества, но и непосредственно перед началом устройства последующего слоя дорожной одежды.

При этом в принятых ранее нормативных документах [1–3] контроль качества гидроизоляционных покрытий на плитах проезжей части мостов ограничен лишь визуальным контролем, а приемку гидроизоляционных работ осуществляют по актам освидетельствования скрытых работ. К сожалению, в действующих общестроительных нормативных документах Минстроя России [4–5] также отсутствуют требования по инструментальному контролю качества выполненных гидроизоляционных работ. Учитывая прямую корреляцию качества покрытия и долговечности дорожной одежды, а также наличие неразрушающих методов контроля и их подтвержденную эффективность, визуального контроля недостаточно, чтобы гарантировать сплошность покрытий.

Известные методы поиска дефектов (гидроиспытания, инфракрасная термография и электровекторное картирование) требуют более или менее существенного увлажнения поверхности покрытий, подлежащей контролю. Однако они неприменимы на мостах по следующим причинам:

- требуется большой объем воды из-за уклона;
- точность определения местоположения дефекта низкая, т.к. точки проникновения воды и ее проявления обычно не совпадают;
- требуется сушка покрытия для выполнения последующих ремонтно-строительных работ;
- на участках с дефектами возможно проникновение воды к плитам проезжей части.

Вода и водные растворы пагубно влияют на конструкции из бетона и стальные конструкционные элементы мостов. Особенно негативное воздействие происходит при переходе температуры через нулевую отметку, т.к. объем воды при замерзании изменяется на 9–10%.

Основные функциональные требования к покрытиям следующие:

- водо- и воздухопроницаемость при любых условиях;
- совместимость с асфальтобетонной смесью и хорошая адгезия между конструкцией мостового сооружения и асфальтобетонной смесью;
- механическое сопротивление действию нагрузки и теплового расширения;
- сопротивляемость действию противогололедных реагентов;
- устойчивость к воздействию высоких температур в процессе укладки горячей асфальтобетонной смеси.

В современных условиях для контроля сплошности покрытий применяют электроискровой и электролитический методы. ГОСТ Р 59181 устанавливает правила проведения контроля сплошности покрытий данными методами на пролетных строениях мостов. Оба метода позволяют обнаруживать точное местоположение дефекта в покрытии.

При этом для осуществления контроля сплошности покрытий на мостах электроискровой метод более эффективен, чем электролитический, по следующим причинам:

- охватывает больший диапазон толщин покрытий — от 0,2 до 8,0 мм;
- более высокая скорость проведения контроля;
- отсутствие необходимости использовать электролит;
- возможность проведения контроля покрытия под любым углом.

## ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО МЕТОДА

Эффективность применения электроискрового метода для обнаружения дефектов в покрытиях проверяли в ходе натурных испытаний в аттестованной лаборатории ООО «МИП «НИЦ Мостов и Сооружений» при непосредственном участии научных сотрудников МАДИ и производителей гидроизоляционных материалов. Работы проводили на железобетонных и стальных объемных моделях плит проезжей части мостов с покрытиями из мастичных, рулонных и полимерных материалов. Для реализации электроискрового метода контроля использовали дефектоскоп «Изотест 2.0». Испытания подтвердили отсутствие разрушающего действия электроискрового метода на покрытия даже при высоковольтном воздействии при сверхнормативной выдержке электрода на одном участке поверхности: в течение 30 с под напряжением до 30 и 40 кВ на стальных и железобетонных образцах соответственно. При этом нормативная скорость перемещения электрода в ходе контроля — 0,2–0,3 м/с. Дополнительно проводили оценку влияния электроискрового метода на адгезию покрытий к объемным образцам плит проезжей части из стали и железобетона. Все проходившие испытания покрытия показали: до и после высоковольтного воздействия уровень адгезии лучше, чем предписывают нормативные требования. Таким образом, натурные испытания в аттестованной лаборатории ООО «МИП «НИЦ Мостов и Сооружений» подтвердили эффективность электроискрового метода для обнаружения дефектов (проколов, порезов) в покрытиях разных типов, с использованием электроискрового дефектоскопа «Изотест 2.0» производства ООО «К-СИСТЕМС ГРУПП».

Испытания по обнаружению дефектов в битумных рулонных и полимерных покрытиях, устроенных на плитах проезжей части вновь возводимых и реконструируемых

мостов, подтвердили результаты натурных испытаний, касающиеся эффективности электроискрового метода. При обследовании покрытий на мостах были выявлены группы видимых и плохо различимых при визуальном контроле дефектов (рис. 1, 2). К первой группе относятся повреждения острыми предметами (рис. 3) и тяжелой техникой, ко второй — неповаренные стыки рулонной гидроизоляции (рис. 4) и перегретые участки (рис. 5), дефекты вблизи водоотводных трубок, а также участки вблизи сопряжения с опорами ограждений (рис. 6). Испытания также подтвердили, что для электроискрового метода мелкозернистая посыпка на поверхности покрытия не мешает проведению контроля.



Рис. 1

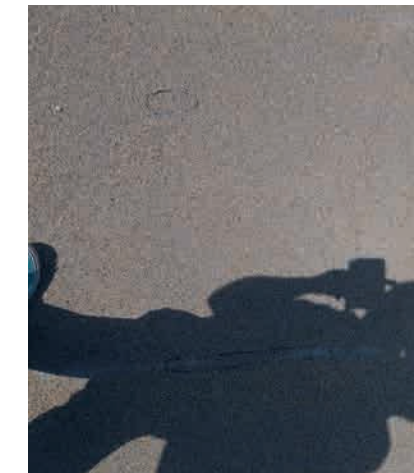


Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

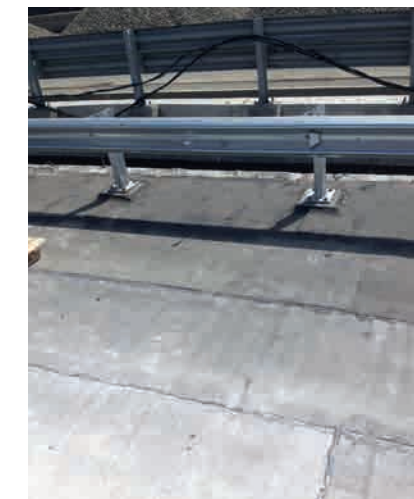


Рис. 6

**ПРАВИЛА КОНТРОЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ НА МОСТАХ**

Результаты испытаний электроискрового метода для контроля сплошности покрытий на мостовых сооружениях позволили внести новые требования в национальный стандарт. Во избежание повреждения качественного покрытия в ГОСТ Р 59181 добавлено требование о необходимости исключить перемещение по поверхности покрытия техники, инструмента и оборудования, кроме случаев устранения выявленных дефектов в покрытии (без риска его повреждения), а также исключить производство иных работ, кроме устройства дорожной одежды.

Таким образом, для проведения контроля покрытия целесообразно соблюдать следующие правила:

- проводить контроль после устройства покрытия;
- для выявления неочевидных или трудноразличимых дефектов покрытия необходимо в первую очередь обследовать проблемные участки — места вблизи деформационных швов, воронок водоотводных труб, нахлестов слоев гидроизоляции, сопряжения с цоколями дорожных ограждений, у стыков с бортовым камнем и сменных укладок и другие конструктивно сложные участки;
- проводить контроль после проведения смежных работ (установка опор освещения, ограждений и т.п.) или допуска техники на незащищенную поверхность покрытия и/или непосредственно перед укладкой следующего за покрытием слоя дорожной одежды (позволит разграничить ответственность между подрядными организациями);
- контроль сплошности покрытия следует проводить в объеме, соответствующем требованиям заказчика: полностью или на основе многоступенчатых выборочных методов контроля по ГОСТ Р ИСО 2859-1.

Планы контроля, устанавливающие объемы выборки на ступенях контроля, критерии приемки и контрольный уровень качества должны быть указаны заказчиком, согласованы остальными заинтересованными сторонами и указаны в технологическом регламенте, разработанном применительно к каждому мостовому сооружению. Это согласуется с требованиями, изложенными в [3]. Решение о качестве покрытия и последующих мероприятиях по его контролю следует принимать с учетом соответствия зафиксированного качества установленному в технологическом регламенте контрольному уровню.

**СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ**

Электрические методы активно используют во всем мире для контроля сплошности (герметичности) покрытий на металлических (токопроводящих) и бетонных (условно токопроводящих) основаниях с целью обнаружения в них дефектов, приводящих к проникновению воды и как следствие — к коррозии или эрозии конструктивных элементов сооружений. Использование электрических методов регламентировано, в частности, для контроля качества защитных покрытий на железнодорожных мостах в соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» [6].

Суть электрических методов — электролитического и электроискрового — состоит в том, что гидроизоляционные материалы, используемые при устройстве дорожной одежды мостов, являются диэлектриками, а плиты проезжей части, выполненные из стали или железобетона, — токопроводящими основаниями. Таким образом, дефектоскоп (прибор для измерения сплошности покрытия) фиксирует электрический пробой в том месте, где имеется дефект диэлектрического покрытия, напряжением, приложенным между токопроводящим основанием и расположенным на покрытии электродом. При этом электролитический метод применим для контроля качества покрытия только на стальных плитах проезжей части, а область применения электроискрового метода шире, как можно видеть в **табл. 1**.

**ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП «ИЗОТЕСТ 2.0» — ГАРАНТИЯ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ**

Электроискровые дефектоскопы «Изотест 2.0» производит ООО «К-СИСТЕМС ГРУПП» — отечественный разработчик систем предупреждения протечек «Изотест», резидент Сколково.

Электроискровой метод контроля позволяет с высокой точностью обнаружить местоположение каждого дефекта независимо от природы и времени его возникновения до момента устройства вышележащего слоя дорожного покрытия или иного слоя материала (грунта, настила). Электроискровой дефектоскоп «Изотест 2.0» является точным и надежным инструментом для специалистов неразрушающего контроля, который позволяет обеспечивать 100-процентную гарантию качества сдаваемых гидроизоляционных ра-

бот. На сегодня с помощью электроискрового дефектоскопа «Изотест 2.0» проверено более 6 000 000 м<sup>2</sup> гидроизоляционных покрытий.

Применение электроискрового дефектоскопа «Изотест 2.0» позволяет работать со всеми типами современных покрытий, не имеющих в своем составе токопроводящих пигментов и наполнителей, производить работы по абсолютно сухому покрытию (то есть еще до возникновения протечки). Электроискровой дефектоскоп «Изотест 2.0» позволяет обнаруживать дефекты на ранней стадии их возникновения с размером от укола канцелярской булавкой и больше, при этом точность определения участка с дефектом составляет до ± 0,1 мм.

Электроискровой дефектоскоп «Изотест 2.0» применяют при приемочном, периодическом (сезонном) и внеплановом контроле сплошности (герметичности) покрытий. Своевременное проведение инструментального контроля позволяет улавливать ответственных за некачественное выполнение гидроизоляционных работ или нарушение сплошности ранее проверенных

качественных покрытий. Неразрушающий контроль покрытия электроискровым методом может быть элементом системы организационных мероприятий по снижению риска повреждения качественных покрытий на мостах в ходе строительных и ремонтных работ.

Эффектом от использования электроискрового метода контроля является повышение надежности покрытия на плитах проезжей части мостов, а значит, и долговечности сооружений в целом. В заключение необходимо отметить, что электроискровой дефектоскоп «Изотест 2.0» также активно применяют для контроля качества покрытий на многих других объектах капитального строительства: фундаментах, паркингах, стилобатах, плоских кровлях и т.д.

**Сегодня электроискровой дефектоскоп «Изотест 2.0» является единственным инструментом неразрушающего контроля на рынке СНГ, способным гарантировать сплошность гидроизоляционного покрытия на плитах проезжей части мостов до устройства последующего слоя дорожной одежды.**

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. ГОСТ 32731–2014 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению строительного контроля. М.: Стандартинформ, 2014.
2. СП 79.13330.2012 Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний. Актуализированная редакция СНиП 3.06.07–86 (с Изменениями №№1, 2, 3, 4). М.: Минрегион России, 2012.
3. СТО НОСТРОЙ 2.29.113–2013 Мостовые сооружения. Устройство покрытий на мостах и искусственных сооружениях. М.: НОСТРОЙ, 2013.
4. СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II–26–76 (с Изменениями №№1, 2, 3). М.: Стандартинформ, 2017.
5. СП 48.13330.2019 Организация строительства (с Изменением №1). М.: Стандартинформ, 2020.
6. Распоряжение ОАО «РЖД» от 29.04.2019 г. № 797/р.

Табл. 1. Характеристики электрических методов контроля

Параметр	Электролитический метод	Электроискровой метод
Материал плиты проезжей части	сталь	сталь или железобетон
Толщина покрытия, мм	до 1	от 0,2 до 8,0
Положение покрытия	с уклоном, достаточным для притока электролита в зону контакта электрод-покрытие	с любым уклоном
Нормальная скорость обследования, м <sup>2</sup> /ч	до 600 при ширине электрода 1 м	до 1000–1200 при ширине электрода 1 м