ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59402— 2021

Дороги автомобильные общего пользования

МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Проектирование усиления конструкций для пропуска тяжеловесных транспортных средств

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным автономным учреждением «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФАУ «РОСДОРНИИ») Министерства транспорта Российской Федерации

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

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 марта 2021 г. № 153-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, оформление, 2021

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Общие положения 2
5 Правила обследования и выявления дефектов и повреждений, влияющих на несущую способность 4
6 Правила проектирования усиления элементов мостового полотна 6
7 Правила проектирования усиления железобетонных пролетных строений 6
8 Правила проектирования усиления металлических и сталежелезобетонных пролетных строений 7
9 Правила проектирования усиления опор мостовых сооружений и опорных частей (узлов опирания) 8
9.1 Тело опор 8
9.2 Фундаменты опор 9
9.3 Опорные части (узлы опирания) 10
Приложение А (рекомендуемое) Рекомендации по учету дефектов и повреждений железобетонных конструкций пролетных строений мостовых сооружений 11
Приложение Б (рекомендуемое) Рекомендации по учету дефектов и повреждений металлических и сталежелезобетонных пролетных строений мостовых сооружений 14
Приложение В (рекомендуемое) Рекомендации по учету дефектов и повреждений опор мостовых сооружений 15
Библиография 16

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Дороги автомобильные общего пользования

МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Проектирование усиления конструкций для пропуска тяжеловесных транспортных средств

Automobile roads of general use. Bridge constructions. Design strengthening constructions for passing heavy loads

Дата введения — 2021—05—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает правила проектирования усиления конструкций мостовых сооружений, расположенных на автомобильных дорогах общего пользования, для пропуска тяжеловесных транспортных средств, от которых возникают усилия, превышающие их несущую способность.

Настоящий стандарт не распространяется:

- на уникальные мостовые сооружения, в отношении которых ведется постоянный мониторинг и возможность пропуска на которые тяжеловесных транспортных средств определяет проектная организация — разработчик проекта уникального сооружения на основании и с учетом рабочей и исполнительной документации;
- деревянные мосты;
- каменные мосты.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 22690 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля

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

ГОСТ 25100 Грунты. Классификация

ГОСТ 27751 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

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

ГОСТ 32453 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек

ГОСТ 33161—2014 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению диагностики и паспортизации искусственных сооружений на автомобильных дорогах

ГОСТ 33178—2014 Дороги автомобильные общего пользования. Классификация мостов

ГОСТ 33179—2014 Дороги автомобильные общего пользования. Изыскания мостов и путепроводов. Общие требования

ГОСТ 33391 Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Габариты приближения конструкций

ГОСТ Р 21.1101 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по

Издание официальное

техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 33178 и ГОСТ 33161, а также следующие термины с соответствующими определениями:

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

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

3.3 **тяжеловесное транспортное средство:** Транспортное средство, масса которого с грузом или без груза и/или нагрузка на ось которого превышают допустимую массу транспортного средства и/или допустимую нагрузку на ось, утвержденную действующими нормативно-правовыми документами.

3.4 **несущая способность:** Величина предельных усилий, которые могут быть восприняты сечением элемента до достижения первой группы предельных состояний.

3.5 **грузоподъемность:** Наибольшая масса подвижной нагрузки, которая может быть безопасно пропущена по мостовому сооружению с учетом его фактического состояния.

3.6 **несущие конструкции:** Конструкции сооружения, прочность которых определяет возможность пропуска нагрузок.

3.7 **контролируемый режим движения:** Режим движения, при котором пропуск транспортных средств по мостовому сооружению осуществляется в одиночном порядке по специальному разрешению в сопровождении ГИБДД и/или представителей службы эксплуатации.

3.8 **демонтируемые конструкции усиления:** Конструкции, устройство которых предусматривает демонтаж после пропуска тяжеловесного транспортного средства по мостовому сооружению.

3.9 **недемонтируемые конструкции усиления:** Конструкции, демонтаж которых невозможен после пропуска тяжеловесного транспортного средства по мостовому сооружению.

4 Общие положения

4.1 Усиление конструкций мостовых сооружений для пропуска тяжеловесных транспортных средств необходимо выполнять при их недостаточной грузоподъемности, определяемой с учетом фактических геометрических размеров, прочностных и деформативных свойств материалов, из которых изготовлены конструкции, а также влияния имеющихся дефектов и повреждений.

При наличии дефектов, повреждений или иных конструктивных особенностей, устранение которых позволяет достичь необходимых значений грузоподъемности мостового сооружения для пропуска тяжеловесного транспортного средства, допускается не предусматривать усиление конструкций при согласовании с владельцем мостового сооружения, с условием, если данные мероприятия не влекут за собой снижения параметров безопасности.

4.2 Работы по проектированию усиления конструкций мостовых сооружений для пропуска тяжеловесных транспортных средств следует проводить в рамках специального проекта на пропуск тяжеловесного транспортного средства по маршруту движения на основе результатов обследования, выполненного в соответствии с настоящим стандартом и требованиями ГОСТ 33161.

Работы по проектированию усиления конструкций мостовых сооружений следует, как правило, проводить на основании и с учетом имеющейся рабочей и исполнительной документации на построенное (реконструированное, капитально отремонтированное) сооружение.

При необходимости выполнения инженерно-геологических изысканий и геофизических исследований работы следует проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 33179.

4.3 При разработке проекта усиления конструкций мостовых сооружений, в котором применяют недемонтируемые конструкции усиления, должна быть учтена дальнейшая необходимость проведения работ по эксплуатации и плановому ремонту мостовых сооружений на протяжении всего расчетного срока службы.

4.4 Конструкции усиления на время их установки должны обеспечивать:

- необходимую грузоподъемность;
- безопасность автомобильного и пешеходного движения;
- беспрепятственный пропуск транспортных средств по сооружению и под ним с учетом габаритов приближения, указанных в ГОСТ 33391 (конструкции усиления не должны уменьшать существующие габариты проезда по сооружению и под ним);
- долговечность (для недемонтируемых конструкций усиления);
- экологичность;
- архитектурную выразительность (для недемонтируемых конструкций усиления).

4.5 Работы по проектированию усиления конструкций мостовых сооружений для пропуска тяжеловесных транспортных средств должны выполнять специализированные организации, обладающие необходимой квалификацией, оборудованием и имеющие соответствующие документы, предусмотренные законодательством Российской Федерации.

4.6 Документация проекта усиления конструкций мостовых сооружений должна быть передана заказчику.

Исполнение и оформление документации должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 21.1101 и других взаимосвязанных стандартов системы проектной документации для строительства.

4.7 План обследования, испытаний (при необходимости) и документация проекта должны быть согласованы с владельцем мостового сооружения.

4.8 В случае, когда конструкции усиления не предусматривают собой демонтаж (недемонтируемые конструкции усиления), допускается проведение экспертизы проекта усиления по требованию владельца мостового сооружения.

4.9 Классификацию мостовых сооружений по материалу пролетных строений необходимо проводить в соответствии с ГОСТ 33178.

4.10 Проектируемые усиления конструкций должны вступать в совместную работу с конструкциями, подлежащими усилению.

4.11 Применяемые материалы должны иметь необходимые сертификаты, действующие на территории Российской Федерации, удовлетворяющие требованиям [1], и отвечать установленным нормам безопасности и экологичности.

4.12 При разработке проекта усиления необходимо предусматривать контролируемый режим движения по мостовому сооружению, при котором скорость движения тяжеловесного транспортного средства не превышает 5 км/ч, без возможности ускорения или торможения.

Динамический коэффициент принимают равным единице.

4.13 Коэффициент надежности по нагрузке от тяжеловесного транспортного средства следует принимать равным единице.

4.14 Загружение мостовых сооружений при расчете грузоподъемности необходимо проводить следующим образом:

- подвижные нагрузки следует задавать в соответствии с нормами, по которым сооружение было запроектировано;
- постоянные нагрузки следует назначать исходя из их фактических значений, с учетом коэффициентов, указанных в таблице 1;
- нагрузку от тяжеловесного транспортного средства следует располагать в наиболее благоприятном положении по ширине ездового полотна, при котором создаются наименьшие усилия в элементах конструкции (как правило, по оси сооружения).

Таблица 1 — Перечень коэффициентов надежности к постоянным нагрузкам

Постоянные нагрузки	Коэффициенты надежности по нагрузке
Вес конструктивных элементов и другие постоянные нагрузки, кроме указанных ниже в данной таблице	1,10 (0,90)

Окончание таблицы 1

Постоянные нагрузки	Коэффициенты надежности по нагрузке
Вес слоев дорожной одежды мостового полотна (гидроизоляция, защитный и выравнивающий слои)	1,20 (0,95)
Вес покрытия вздового полотна и тротуаров	1,20 (0,95)
Примечание — Значение в скобках принимают в случаях, когда это приводит к более невыгодному воздействию на элементы конструкции.	

4.15 Расчетные характеристики материалов при наличии данных в достоверной исполнительной или иной документации по типу, марке или классу принимают в соответствии со стандартами, по которым сооружение было запроектировано, или в соответствии с нормативными документами и технической документацией, в которых указаны фактические данные об искомых свойствах материалов.

Для получения необходимой информации о фактической марке и классе бетона при обследовании мостового сооружения следует провести испытания по ГОСТ 28570 или прямыми неразрушающими методами контроля по ГОСТ 22690.

4.16 При отсутствии информации о расположении и диаметре арматуры в обследуемых несущих конструкциях необходимо провести работы по определению необходимых данных по ГОСТ 22904 или иным действующим нормативным документам и технической документации.

4.17 В случае, когда недемонтируемая конструкция усиления будет эксплуатироваться в условиях переменной влажности, необходимо предусмотреть отвод конденсируемой влаги.

4.18 Все необходимые расчеты по первой группе предельных состояний по ГОСТ 27751, требуемые для выбора способа усиления конструкций, в зависимости от типа конструкции и материала, из которого она изготовлена, следует проводить в соответствии с действующими нормативными документами и технической документацией.

4.19 Для улучшения совместной работы конструкций усиления и конструкции, подлежащей усилению, допускается предусматривать предварительную полную или частичную разгрузку конструкции, подлежащей усилению, от постоянной нагрузки.

4.20 При проведении расчетов и назначении способа усиления необходимо учитывать стадийность включения в работу элементов усиления.

5 Правила обследования и выявления дефектов и повреждений, влияющих на несущую способность

5.1 Обследование мостовых сооружений следует выполнять в соответствии с ГОСТ 33161—2014 (пункты 5.2—5.9).

5.2 Комплекс полевых работ по обследованию мостовых сооружений для разработки проекта усиления конструкций в обязательном порядке должен включать в себя следующие основные виды работ:

- определение адреса мостового сооружения с нахождением координат посредством ГЛОНАСС, GPS в системе координат WGS-84 по ГОСТ 32453;
- измерение геометрических параметров несущих конструкций и мостового полотна обследуемого мостового сооружения. Определение системы пролетных строений по ГОСТ 33178;
- измерение подмостовых габаритов;
- измерение ширины зеркала воды, наибольшей глубины русла и у опор (при необходимости);
- геодезические измерения конструкций мостового сооружения и пересекаемых препятствий (при необходимости);
- выявление дефектов и повреждений в несущих конструкциях, а также в элементах мостового полотна, с описанием параметров, местоположения и фотофиксацией;
- контроль сварных швов, заклепок и болтов в соединениях металлических и сталежелезобетонных пролетных строений. В остальных случаях данный вид работ следует проводить при необходимости;
- проведение инженерно-геологических изысканий и геофизических исследований (при необходимости);
- фотофиксация основных элементов мостового сооружения.

Собранный объем данных должен обеспечивать возможность получения точных и достоверных результатов по итогам камеральных работ.

5.3 При отсутствии безопасного доступа к основным конструкциям мостового сооружения, наличия ненадежных смотровых приспособлений и других эксплуатационных конструкций, применяемых для осмотра сооружения, которые не удовлетворяют требованиям действующих норм по технике безопасности, организация, осуществляющая обследование, самостоятельно обеспечивает безопасный доступ и вправе запросить у владельца мостового сооружения оказать содействие в реализации такого доступа к необходимым конструкциям мостовых сооружений.

5.4 При выявлении в процессе обследования повреждений, критически влияющих на несущую способность мостового сооружения, организация, выполняющая работы по обследованию, обязана уведомить организацию-владельца об этом в кратчайшие сроки, определяемые технической возможностью.

5.5 Этап камеральных работ должен включать в себя обработку и анализ данных, полученных при полевых работах, с указанием значений, на величину которых необходимо увеличить несущую способность конструкций мостового сооружения для обеспечения пропуска тяжеловесного транспортного средства.

5.6 Виды, а также правила учета дефектов и повреждений при проведении расчетов указаны в приложениях А—В. В случае, когда дефект или повреждение, обнаруженные при обследовании, не указаны в приложениях А—В, необходимо обосновать расчетом влияние этого дефекта или повреждения на несущую способность конструкции, в которой они обнаружены.

5.7 Расчетная схема мостового сооружения должна в обязательном порядке включать в себя все дефекты и повреждения, оказывающие влияние на его грузоподъемность и несущую способность элементов.

5.8 Расчет на необходимость усиления конструкций допускается проводить двумя способами, указанными в 5.8.1 и 5.8.2.

5.8.1 Первый способ следует применять при наличии информации о несущей способности рассматриваемых конструкций мостового сооружения $S_{нес}$, при этом должны быть точно известны значения дополнительных постоянных нагрузок $S_{доп}$, значения постоянных нагрузок $S_{пост}$ и/или наличие дополнительных элементов усиления рассматриваемой конструкции, приобретенных в процессе эксплуатации сооружения $S_{пр}$. В этом случае проводят сопоставление максимальных усилий, возникающих от тяжеловесного транспортного средства $S_{тяж}$ и грузоподъемности $S_{груз}$, исходя из выполнения условия

$$S_{тяж} > S_{груз}. \quad (1)$$

Выполнение неравенства (1) является условием необходимости проектирования усиления конструкции.

Грузоподъемность $S_{груз}$ для первого способа расчета необходимости усиления конструкций вычисляют по формуле

$$S_{груз} = S_{нес} + S_{пр} - S_{пост} - S_{доп}. \quad (2)$$

5.8.2 Второй способ расчета следует применять в случае, когда фактическую несущую способность конструктивного элемента установить не представляется возможным, но имеются сведения о нормах, по которым проектировалось мостовое сооружение, и его проектных временных нагрузках. В этом случае проводят сопоставление усилий, возникающих от временных проектных нагрузок, на которые конструкция была запроектирована $S_{врем}$, с максимальными усилиями, возникающими от тяжеловесного транспортного средства $S_{тяж}$, учитывая значения дополнительных постоянных нагрузок $S_{доп}$ (при их наличии) и требования 5.7, исходя из выполнения условия

$$S_{доп} + S_{тяж} > S_{врем}. \quad (3)$$

Выполнение неравенства (3) является условием необходимости проектирования усиления конструкции.

5.9 Проектные значения усилий, возникающих от гусеничной и колесной нагрузок, на сооружениях, запроектированных по нормам*, не действующим на момент проектирования усиления, следует уменьшать в 1,3 раза согласно [2].

---

* Нормы проектирования, применяемые в период с 1931 по 1953 г.

6 Правила проектирования усиления элементов мостового полотна

6.1 При вычислении несущей способности элементов мостового полотна необходимо проводить следующие расчеты:

а) переходные плиты и лежень:

1) на прочность по изгибающему моменту;

2) прочность по поперечной силе.

б) щебеночное основание под переходными плитами и лежнем — на деформацию грунта.

6.2 Переходные плиты необходимо рассчитывать как плиты, опертые по двум сторонам в случаях, когда они опираются с одной стороны на шкафную стенку, а с другой — на лежень.

6.3 В случаях, когда в конструкции сопряжения лежень отсутствует, переходные плиты необходимо рассчитывать как плиты, опертые с одной стороны на неподвижную опору, а с другой — лежащими на упругом основании на половине своей длины.

6.4 Лежень необходимо рассчитывать как балку на упругом основании.

6.5 Коэффициент постели следует назначать в соответствии с типовым проектом, по которому устроено сопряжение, или в соответствии с данными о грунте, на который опирается рассчитываемый элемент сопряжения.

6.6 Способы усиления элементов мостового полотна:

- укладка временных настилов;
- укрепление грунтов путем инъектирования,
- замена элементов конструкции на более прочные;
- иные способы, предусмотренные действующими нормативными документами и технической документацией.

7 Правила проектирования усиления железобетонных пролетных строений

7.1 При расчете усиления конструкций пролетных строений необходимо применять следующие правила:

а) расчетные сечения при расчетах на прочность необходимо назначать в местах наибольших усилий в конструкциях, в местах расположения дефектов и повреждений, снижающих несущую способность, а также в местах изменения размеров сечения или количества арматуры;

б) в разрезных балочных пролетных строениях характерные сечения принимают:

1) в середине пролетного строения — при расчете на изгибающий момент;

2) в приопорной зоне с учетом характера армирования и изменения размеров сечения — при расчете на поперечную силу,

в) в неразрезных пролетных строениях характерными сечениями являются:

1) середина пролетного строения промежуточного пролета и сечения над промежуточными опорами — при расчетах на изгибающий момент. В крайних пролетах рассчитывают сечения, расположенные от крайней опоры на расстоянии, равном 0,4 длины пролета;

2) приопорные сечения у всех опор — при расчетах на поперечную силу;

г) для плиты проезжей части характерными сечениями являются середина пролета плиты, сечения, примыкающие к ребрам балок и диафрагмам, а также сечения наибольших усилий от тяжеловесного транспортного средства;

д) в арочных пролетных строениях следует проверять сечения в арках (сводах), стойках и плите проезжей части в местах наибольших усилий с учетом особенности их работы;

е) конструкции, расчетный пролет которых уменьшен путем устройства поддерживающих устройств (опор) в пролетах, необходимо рассчитывать на действие дополнительных отрицательных моментов.

7.2 Способы усиления железобетонных пролетных строений:

- увеличение количества несущих конструкций;
- увеличение площади сечения посредством устройства накладной плиты;
- прибетонирование поверхностных стальных профилей или арматурных стержней;
- наклейка композитных материалов;
- уменьшение длины расчетного пролета путем устройства дополнительных поддерживающих устройств (опор) в пролетах;

- монтаж и включение в работу предварительно напряженных элементов из высокопрочных материалов (полимеры, канаты, стержни и другие);

- закрепление стальных профилей на концевых участках балок без их объединения по длине усиливаемой конструкции;

- изменение статической схемы;

- изменение типа соединения пролетных строений по ГОСТ 33178—2014 (таблица 5.6);

- обжатие балок пролетного строения напрягаемыми элементами из высокопрочной стальной арматуры (проволок, канатов) или композитных материалов;

- укладка временных настилов;

- временное объединение главных балок дополнительными поперечными элементами по низу, с выравниванием действующих усилий;

- устройство стального пролетного строения над существующим;

- иные способы, предусмотренные действующими нормативными документами и технической документацией.

7.3 Сверление отверстий в теле железобетонных конструкций следует предусматривать в местах отсутствия арматуры.

8 Правила проектирования усиления металлических и сталежелезобетонных пролетных строений

8.1 Несущую способность при расчете изгибаемых элементов пролетных строений (сплошные главные балки и балки проезжей части пролетных строений), с учетом конструкций усиления, следует определять по условию обеспечения:

а) прочности по нормальным напряжениям:

1) в сечениях середины пролетных строений — для разрезных пролетных строений;
2) в надопорных зонах, в местах изменения размера сечения, в стыках элементов конструкций, в местах ослаблений сечений дефектами и повреждениями, в конструкциях поперечных связей и в других элементах (зонах или местах) пролетных строений, где имеется превышение усилий от тяжеловесного транспортного средства над усилиями в тех же сечениях от проектных нагрузок — для консольных и неразрезных пролетных строений;

б) прочности по касательным напряжениям: по нейтральной оси балки в опорных сечениях, в местах ослабления сечений дефектами и повреждениями и в других элементах (зонах или местах) пролетных строений, где имеется превышение усилий от тяжеловесного транспортного средства над усилиями в тех же сечениях от проектных нагрузок;

в) прочности соединений элементов конструкции (поясными заклепками, болтами, сварными швами): в местах объединения заклепками, болтами, сварными швами поясов со стенкой балок в приопорных участках, в местах увеличения шага заклепок и болтов или уменьшения площади сечения сварных швов;

г) общей устойчивости сжатого пояса:

1) в сечениях в середине свободной длины пояса, в местах изменения размеров сечения и свободной длины сжатого пояса и в других случаях, когда имеется превышение усилий от тяжеловесного транспортного средства над усилиями в тех же сечениях от проектных нагрузок;
2) в сечениях над опорами — дополнительно для консольных и неразрезных конструкций;

д) местной устойчивости стенки балки или отсека стенки балки, ограниченного вертикальными и горизонтальным ребрами жесткости и поясами в зависимости от расчетной высоты стенки h и толщины стенки балки δ:

1) при отсутствии ребер жесткости для стенок балок при $h \geq 50\delta$;
2) при наличии ребер жесткости, расставленных на расстоянии более $2h$ или 2 м;
3) во всех остальных случаях: при $h > 80\delta$ — для стенок из углеродистой стали; при $h > 65\delta$ — для стенок из низколегированной стали.

Примечание — Расчетную высоту стенки h принимают равной:

- полной высоте стенки — для сварной балки;
- расстоянию между ближайшими к оси балки рисками поясных заклепок — для клепаной балки;

е) прочности крепления балок проезжей части, прочности сечения и крепления стыковых накладок («рыбок») поясов продольных балок (при их наличии).

8.2 Несущую способность при расчете элементов сквозных ферм следует определять по условию обеспечения:

- прочности сечений и креплений элементов решетки фермы;
- устойчивости работающих на сжатие элементов решетки фермы.

8.3 Несущую способность при расчете элементов ортотропной плиты (листа настила, продольных и поперечных ребер) совместно с конструкцией усиления определяют из условия обеспечения их прочности, общей и местной устойчивости через определение напряжений от постоянной и временной нагрузок, с учетом момента включения конструкции усиления в работу от временной нагрузки.

8.4 Для элементов, ослабленных отверстиями под обычные болты, при определении несущей способности по прочности принимают сечения нетто, по устойчивости — сечения брутто. Геометрические характеристики сечения нетто элементов конструкций принимают в местах с наибольшими ослаблениями.

8.5 Несущую способность элементов с фрикционными соединениями на высокопрочных болтах при расчете на устойчивость принимают по сечению брутто, а при расчете по прочности — по сечению нетто.

8.6 Для увеличения грузоподъемности металлического пролетного строения допускается как общее, так и частичное усиление конструкции.

8.7 Сварные соединения допускается применять только в тех случаях, когда металл усиливаемых конструкций допускает сварку.

Сварка не допускается в случае, когда металл допускает сварку, но имеет признаки повышенного износа или хрупкости.

8.8 Использовать комбинированные соединения, имеющие разную жесткость, не рекомендуется.

8.9 Необходимо предусматривать замену смонтированных на сооружении, но ослабленных, срезанных или имеющих иные повреждения болтов и заклепок.

8.10 Способы усиления металлических и сталежелезобетонных пролетных строений:

а) общее усиление пролетного строения, ферм, балок со сплошной стенкой:

1) натяжением высокопрочной арматуры с обжатием растянутого пояса, растянутой зоны балок;
2) установкой конструкций из проката с созданием «распорного усилия» между этой конструкцией и балкой пролетного строения;

б) изменение типа соединения пролетных строений по ГОСТ 33178—2014 (таблица 5.6),

в) усиление отдельных элементов (стенок балок, участков поясов балок, ферм, раскосов, стоек ферм) дополнительными стальными листами, прокатными профилями со сварными или болтовыми (заклепочными) креплениями к конструкциям;

г) повышение несущей способности балок, ферм дополнительными опорами в пролете пролетного строения;

д) устройство стального пролетного строения над существующим;

е) укладка временных настилов;

ж) иные способы, предусмотренные действующими нормативными документами и технической документацией.

9 Правила проектирования усиления опор мостовых сооружений и опорных частей (узлов опирания)

9.1 Тело опор

9.1.1 Для определения несущей способности элементов тела опор с учетом конструкций усиления необходимо проводить следующие расчеты:

а) для рамных пролетных строений, в которых стойки рам заделаны в диафрагмы пролетного строения и в фундамент или грунт (стойки-сваи):

1) на прочность по изгибающим моментам и продольную силу в сечениях свай, примыкающих к диафрагмам и к фундаменту, или в сечениях, принимаемых по расчету при заделке в грунт сваи;
2) устойчивость при работе на внецентренное сжатие;

б) для неразрезных пролетных строений (как правило, из железобетона), у которых над опорой в составе пролетного строения встроена диафрагма (встроенный ригель), которая через опорные части опирается на раздельные стойки опоры:

1) на местное смятие бетона по контактам с опорной частью встроенного ригеля и стоек опор;
2) устойчивость стоек, заделанных (опираемых) в фундамент или в грунт основания;

в) для опор с ригелем, стойками, заделанными в ригеле и фундаменте (свайном ростверке), а также сваями-стойками, заделанными в грунте:

1) на местное смятие бетона подферменников;
2) прочность ригеля по изгибающему моменту в середине его конструкции между стойками, в сечении, примыкающем к стойке для консольной части, в сечениях по осям опорных частей (при необходимости) и наибольшего воздействия от тяжеловесного транспортного средства;
3) прочность ригеля по поперечной силе в сечениях в зонах примыкания ригеля к стойкам, а также (при необходимости) по осям опорных частей;
4) прочность и устойчивость стоек опор с учетом внецентренного сжатия;

г) для массивных опор:

1) на прочность ригеля по изгибающему моменту в сечении в корне консоли ригеля;
2) прочность и устойчивость в сечениях в месте сопряжения тела опоры с фундаментной частью, а также в местах резкого изменения сечения по высоте тела опоры, с учетом внецентренного сжатия;
3) по положению равнодействующей активных сил относительно ядра сечения;

д) при наличии шкафной стенки в конструкции концевых опор — на прочность соединения шкафной стенки и ригеля (насадки).

9.1.2 Назначать дополнительные расчетные сечения следует в местах наличия дефектов и повреждений в любых элементах конструкции опор, снижающих их несущую способность.

9.1.3 Промежуточные опоры необходимо рассчитывать с учетом угла косины расположения в продольном и поперечном направлениях к оси мостового сооружения.

Концевые опоры, устроенные в насыпи подходов, следует рассчитывать только в плоскости продольной оси мостового сооружения с учетом горизонтальных сил от грунта насыпи и тяжеловесного транспортного средства, располагаемого на насыпи подхода.

9.1.4 Способы усиления надфундаментной части опор:

- ригели (насадки) опор следует усиливать продольной арматурой, листовым и профильным стальным прокатом, напрягаемой арматурой;
- стойки и массивную часть опор следует усиливать наклейкой композитных материалов, металлическим бандажом, дополнительными слоями армированного бетона;
- устройство дополнительных поддерживающих устройств (опор) в пролетах,
- иные способы, предусмотренные действующими нормативными документами и технической документацией.

9.2 Фундаменты опор

9.2.1 Для определения несущей способности элементов фундаментов опор с учетом конструкций усиления необходимо проводить расчеты:

- на устойчивость положения конструкции крайних опор против опрокидывания и сдвига;
- несущей способности основания;
- на прочность элементов фундамента.

Для массивных опор расчет на прочность основных элементов необходимо проводить, когда подошва массивного фундамента опирается на скальный грунт по ГОСТ 25100 более прочный, чем кладка фундамента.

9.2.2 При расчете крайних опор необходимо учитывать горизонтальные усилия от грунта насыпи и тяжеловесного транспортного средства.

9.2.3 Расчетные характеристики грунта необходимо принимать в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

9.2.4 При отсутствии дефектов и повреждений в фундаментной части, отсутствии просадок опор допускается принимать несущую способность по грунту с повышающими коэффициентами в зависимости от сроков эксплуатации:

- срок эксплуатации от 10 до 20 лет — коэффициент, равный 1,1;
- срок эксплуатации более 20 лет — коэффициент, равный 1,2.

9.2.5 Способы усиления фундаментной части опор:

- увеличение площади подошвы фундамента;
- искусственное укрепление грунтов;
- добавление новых элементов (свай, столбов) в конструкцию фундаментов;
- иные способы, предусмотренные действующими нормативными документами и технической документацией.

9.2.6 При проектировании усиления конструкции фундаментов опор путем добавления новых элементов необходимо предусматривать проведение работ отдельными участками для сведения к минимуму возможности ослабления грунтов под конструкциями, подлежащими усилению, и/или конструкциями, которые находятся рядом с ними, учитывая, что сваи не должны отличаться по длине более чем на 30 %.

9.3 Опорные части (узлы опирания)

9.3.1 Расчет несущей способности опорных частей и их крепления следует проводить в случае, когда утрата ими работоспособности влечет за собой утрату работоспособности пролетного строения и/или сооружения в целом.

9.3.2 Расчет несущей способности опорных частей следующих типов проводят только в случае, указанном в 9.3.1:

- резиновые опорные части (РОЧ);
- плоская опорная часть;
- тангенциальная опорная часть;
- полимерная комбинированная (резино-фторопластовая) опорная часть;
- шарово-сегментная опорная часть;
- ленточная резино-армированная опорная часть.

Для всех остальных типов опорных частей необходимо сопоставление опорных реакций, на которые сконструирована опорная часть, с опорной реакцией, возникающей от тяжеловесного транспортного средства.

9.3.3 При усилении конструкции мостового сооружения, когда возникающая опорная реакция от тяжеловесного транспортного средства выше той, на которую рассчитаны опорная часть и элементы ее крепления, необходимо предусмотреть замену этих опорных частей и/или элементов крепления на соответствующие возникающим нагрузкам.

Приложение А
(рекомендуемое)

Рекомендации по учету дефектов и повреждений железобетонных конструкций пролетных строений мостовых сооружений

А.1 Учет влияния дефектов и повреждений в изгибаемых элементах следует проводить путем умножения полученных результатов по предельному изгибающему моменту на коэффициенты, определенные по А.3—А.7, с учетом таблицы А.1.

При наличии нескольких коэффициентов, учитывающих различные дефекты, их следует перемножать.

А.2 Учет влияния дефектов и повреждений в опорных сечениях изгибаемых элементов следует проводить путем ввода понижающих коэффициентов в формулу расчета на предельную поперечную силу. При этом необходимо подбирать индивидуальные коэффициенты для хомутов, отогнутой арматуры и бетона. Понижающие коэффициенты необходимо рассчитывать по А.3—А.7 с учетом таблицы А.1.

При наличии нескольких коэффициентов, учитывающих различные дефекты и повреждения, их следует перемножать между собой, разделяя по принадлежности к одной группе элементов конструкции (хомуты, отогнутая арматура или бетон).

Таблица А.1 — Перечень дефектов и повреждений железобетонных конструкций пролетных строений, влияющих на несущую способность

Описание дефектов и повреждений	Характер влияния на элемент	Форма учета
Коррозия рабочей арматуры в растянутой зоне	Ослабление сечения растянутой арматуры, снижение несущей способности балок на изгиб и жесткость	Учет фактических размеров площади арматуры по результатам замера[1)] в соответствии с А.2
Разрыв отдельных стержней рабочей арматуры в растянутой зоне	То же	То же
Искривление (смятие) стержней рабочей арматуры растянутой зоны	»	»
Коррозия арматуры хомутов и отогнутых стержней	Снижение несущей способности балок на поперечную силу	»
Повреждение бетона сжатой зоны балок: раковины, сколы	Ослабление сечения сжатой зоны	Учет фактических размеров сечения по результатам проведенного обследования
рыхление бетона (снижение прочности)	Снижение прочности бетона сжатой зоны	Учет фактической прочности согласно 4.13
продольные трещины (вдоль действия сил)	Критическое снижение грузоподъемности	Выключение из работы этих балок или учет их в работе по результатам испытаний
Повреждение бетона в зоне главных напряжений (приопорное сечение): раковины, сколы	Ослабление сечения	Учет фактических размеров сечения по результатам проведенного обследования
рыхление бетона	Снижение прочности бетона	Учет фактической прочности согласно 4.13
Вертикальные трещины в средней части балок в растянутой зоне:	Снижение жесткости и изменение распределения усилий между балками	Учет фактического распределения по результатам испытаний

Продолжение таблицы А.1

Описание дефектов и повреждений	Характер влияния на элемент	Форма учета
раскрытие от 0,2 до 0,5 мм включительно	Значительное	Возможно применение расчетного метода[2)]
раскрытие более 0,5 мм в результате потери связи арматуры с бетоном	Очень значительное	Выключение балки из работы
раскрытие более 0,5 мм вследствие текучести арматуры	Разрушение балки	
Трещины по контакту ребра балок с плитой	Снижение жесткости и прочности	Учет фактического распределения усилий между балками по результатам испытания
Нарушение объединения балок на сварных соединениях полудиафрагм: срез (отсутствие) сварных накладок по нижней зоне в отдельных местах разрушение анкеровки закладных деталей косые трещины в полудиафрагмах	Нарушение схемы пространственной работы пролетного строения и поперечного распределения усилий	Учет фактического распределения усилий между балками по результатам испытания[3)]
Нарушение объединения балок по монолитным диафрагмам (железобетонным стыкам): вертикальные или наклонные трещины на высоту диафрагм повреждение рабочей арматуры (глубокая коррозия, разрыв, изгиб) повреждение бетона (силовые сколы, растрескивание)	Нарушение схемы пространственной работы пролетного строения и поперечного распределения усилий	
Повреждение плиты проезжей части:	Снижение несущей способности плиты:	
пробоины	местное	Учет фактической площади сечения
трещиноватый бетон (мелкая сетка) или выщелачивание с образованием сталактитов	общее	Учет фактической прочности согласно 4.13
сколы бетона по нижней грани плиты	местное	Учет только арматуры
коррозия рабочей арматуры (глубокая коррозия, разрыв, изгиб)	общее	Учет фактических размеров площади арматуры по результатам замера[1)]
обрушение консоли плиты	в месте обрушения	Выключение из работы
Зависание балок над опорной частью	Изменение распределения усилий между балками	Выключение этих балок из работы
Трещины в зоне анкеровки предварительно напряженной арматуры балок	Потеря предварительного напряжения в арматуре, возможно изменение распределения усилий между балками	Учет фактического распределения усилий между балками по результатам испытания

Окончание таблицы А.1

Описание дефектов и повреждений	Характер влияния на элемент	Форма учета
Вертикальные трещины от постоянных нагрузок в ребрах преднапряженных балок в растянутых участках: одиночные волосяные с раскрытием до 0,1 мм включительно	Снижение жесткости конструкции	Не учитывают
раскрытием более 0,1 мм		Учет фактического распределения усилий между балками по результатам испытания
Продольные трещины вдоль напряжений арматуры балок (отдельные прерывистые, сплошные)	Возможно ослабление площади рабочей арматуры	Учет фактической площади арматуры

[1] Глубину коррозии арматуры, при ширине раскрытия трещин более 0,5 мм, рекомендуется определять прямым измерением с вскрытием защитного слоя при согласовании с владельцем. При ширине менее 0,5 мм — принимать равной 0,1 мм в год с момента образования трещины. За год образования трещины, при наличии достоверной информации, принимают дату обнаружения, указанную в дефектной ведомости паспорта сооружения. При отсутствии данной информации за год образования трещины принимают год постройки сооружения.

[2] Расчетный метод следует применять в случаях возможности вычисления действительной жесткости элементов системы, имеющих дефекты и повреждения, а также возможности выбора конкретной расчетной схемы при наличии разрушений отдельных связей в пространственной системе пролетного строения и ее расчета.

[3] Допускается принимать расчетную схему, при которой балки пролетного строения работают независимо друг от друга.

А.3 Коэффициент m_{sd1}, учитывающий глубину коррозии арматуры, вычисляют по формуле

$$m_{sd1} = 1 - 4 \cdot \delta / d, \quad (А.1)$$

где δ — глубина коррозии;

d — диаметр арматуры.

А.4 Коэффициент m_{sd2}, учитывающий погнутость арматуры, вычисляют по формуле

$$m_{sd2} = 1 - \frac{n_г}{n} \cdot (1 - 0{,}0625 \cdot d / f^2)^2, \quad (А.2)$$

где $n_г$ — число погнутых стержней;

n — общее число стержней в сечении;

f — стрела выгиба стержней.

А.5 Коэффициент m_{sd3}, учитывающий обрыв стержней, вычисляют по формуле

$$m_{sd3} = 1 - \frac{n_о}{n}, \quad (А.3)$$

где $n_о$ — число оборванных стержней.

А.6 Коэффициент m_{bd}, учитывающий повреждение сжатой зоны бетона, вычисляют по формуле

$$m_{bd} = S_{bc.d} / S_{bc}, \quad (А.4)$$

где $S_{bc.d}$, S_{bc} — статические моменты сжатой зоны бетона с учетом и без учета дефекта или повреждения соответственно.

А.7 При наличии стержней разных диаметров с разной глубиной коррозии, разной стрелой выгиба погнутых стержней принимают значение, приводящее к меньшему классу арматуры.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Рекомендации по учету дефектов и повреждений металлических и сталежелезобетонных пролетных строений мостовых сооружений

Б.1 Дефекты и повреждения металлических и сталежелезобетонных конструкций пролетных строений, влияющих на несущую способность мостовых сооружений, приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1 — Перечень дефектов и повреждений металлических и сталежелезобетонных конструкций пролетных строений, влияющих на несущую способность

Описание дефектов и повреждений	Форма учета
Искажение контура поперечного сечения элемента на длине, превышающей наибольший размер сечения	Расчет действующих напряжений с учетом изменения геометрических характеристик сечения и дополнительных эксцентриситетов
Местные вмятины и пробоины стенок, погнутости и зарубы краев поясных листов	Расчет несущей способности сечения с учетом ослабления
Наличие выпуклостей стенки главной балки между ребрами жесткости	Не учитывают
Разрывы в металле элемента более чем на 30 % площади сечения	Выключение этих элементов из работы
Низкая прочность бетона плиты проезжей части или блоков сборной плиты по сравнению с проектной	Учет фактической прочности бетона в расчетах на ползучесть при проверке сечений на прочность при определении грузоподъемности с учетом плиты в сжатой зоне
Низкая прочность бетона поперечных швов омоноличивания между блоками сборной железобетонной плиты	Применение в расчетах на ползучесть осреднением прочности бетона плиты; выбор в качестве расчетного сечения — сечение под швом
Разрушение поперечного шва объединения блока сборной железобетонной плиты	Выбор в качестве расчетного сечения — сечение под швом и расчет напряжений в нем только с учетом металлической части сечения. Исключение соответствующего участка плиты из расчетной схемы
Повреждения железобетонной плиты, влияющие только на ее грузоподъемность	В соответствии с приложением А
Поперечная трещина в покрытии проезжей части в надопорном сечении неразрезного пролетного строения с регулированием напряжений в плите при загружении этого сечения испытательной нагрузкой	Расчет грузоподъемности без учета регулирования напряжений в плите
Покачивание блока сборной железобетонной плиты при проходе нагрузки	Исключение соответствующего узла объединения железобетона со сталью из расчетной схемы пролетного строения. Исключение этого блока из соответствующего поперечного сечения пролетного строения в расчете напряжений по этому сечению. Расчет блока плиты на местную нагрузку по схеме свободного опирания
Поражение коррозией несущего элемента или соединения	Расчет несущей способности с учетом ослаблений от коррозии основного металла, заклепок, болтов
Ослабление и повреждение заклепок, болтов и сварных швов в соединениях	Расчет несущей способности соединений с учетом ослабления

Приложение В
(рекомендуемое)

Рекомендации по учету дефектов и повреждений опор мостовых сооружений

В.1 Дефекты и повреждения опор, влияющих на несущую способность мостовых сооружений, приведены в таблице В.1.

Таблица В.1 — Перечень дефектов и повреждений опор, влияющих на несущую способность

Описание дефектов и повреждений	Форма учета
Деградационные разрушения бетона с оголением крупного заполнителя и (или) обнажением арматуры	Учет фактических размеров сечения по результатам проведенного обследования
Отсутствие соосности между осью тела опоры с осью фундамента	Учет эксцентриситета
Сдвиг опорных частей по площади подферменной площадки (подферменной плиты)	
Рыхление бетона (снижение прочности)	Учет фактической прочности согласно 4.13
Коррозия арматуры	Учет фактической площади арматуры согласно таблице А.1 (первая сноска)
Вертикальные трещины в стойках:	
раскрытие до 0,3 мм	Ослабление не учитывают
раскрытие от 0,3 мм до 1,0 мм	Площадь сечения защитного слоя учитывают с коэффициентом 0,8
раскрытие от 1,0 мм до 3,0 мм	Площадь сечения защитного слоя учитывают с коэффициентом 0,5
раскрытие от 3,0 мм	Площадь сечения защитного слоя не учитывают

Библиография

[1]	Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 014/2011	Безопасность автомобильных дорог
[2]	Ведомственные строительные нормы ВСН 32-89	Инструкция по определению грузоподъемности железобетонных балочных пролетных строений эксплуатируемых автодорожных мостов

УДК 625.745.1/.2:006.354 ОКС 93.040

Ключевые слова: дороги автомобильные общего пользования, мостовые сооружения, усиление конструкций, правила, проектирование

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Е.Е. Кругова*

Сдано в набор 24.03.2021. Подписано в печать 12.04.2021. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,10.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru