

ЗАМЕНА БАЛОК ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ПРИ УДАРАХ ОТ АВТОТРАНСПОРТА

Участившиеся случаи ударов незакрепленных или выступающих частей грузового транспорта о крайние балки железобетонных пролетных строений связаны, в первую очередь, со значительным увеличением объемов строительных работ и появлением все большего количества строительной техники на дорогах общего пользования. Подобные аварии всегда требуют скорейшего устранения последствий, так как риск обрушения поврежденных конструкций зачастую угрожает перекрытием важнейших автомагистралей.

Повреждения балок нередко являются значительно позже происшествия, и уже невозможно установить, каким транспортным средством нанесено повреждение и когда произошла аварийная ситуация.

Наносимые в ходе таких происшествий разрушения снижают грузоподъемность и долговечность, а также создают риски безопасного проезда автотранспорта по путепроводу и под ним, чаще всего переводя состояние сооружения в «предаварийное» (рис. 1). Замена крайних балок, разрушенных или поврежденных в результате аварийных ситуаций и имеющих сниженную несущую способность и вертикальную жесткость, является сложной комплексной задачей.

На данный момент существует два основных способа восстановления

мостового сооружения с подобными разрушениями.

Первый способ – это замена аварийных железобетонных балок на железобетонные балки (выпускаемые на момент ремонта заводами железобетонных конструкций, близкие по габаритным размерам, несущей способности и вертикальной жесткости), с последующим объединением в единую конструкцию пролетного строения.

Однако во многих случаях замена поврежденных крайних балок на идентичные невозможна из-за отсутствия информации о примененном типовом проекте или по причине того, что типовый проект устарел и не выпускается заводами. К тому же мостовые железобетонные сборные балки изготавливаются на небольшом количестве специализированных

заводов, поставки данных балок на аварийный объект затягиваются по времени, что приводит к увеличению сроков устранения аварийной ситуации.

Вторым способом решения проблемы, более эффективным для срочной замены, является применение сталежелезобетонных балок с сохранением объединения по плите проезда мостового сооружения.

К преимуществам предлагаемого варианта замены разрушенных балок следует отнести следующие:

- геометрические параметры сталежелезобетонной балки могут быть назначены исходя из конструктивных особенностей ремонтируемого моста;
- простота изготовления, доставки и монтажа: легкие стальные балки могут быть разбиты на монтажные блоки, что позволяет отказаться от использования специальных транспортных средств и кранов большой грузоподъемности;
- возможность замены балок неизвестных проектов и нестандартных габаритных размеров.

В рамках научно-исследовательской работы [1] по разработке ОДМ «Методические рекомендации по частичной замене железобетонных балок эксплуатируемого пролетного строения на сталежелезобетонные и железобетонные при проведении капитальных ремонтов, ремонтов и аварийных работ» [2] были проведены многовариантные расчеты замены крайних балок сборных железобетонных пролетных строений с разной длиной, косиной и габаритами проезжей части. В качестве показательного примера рассмотрим вариант пролетного строения длиной 33 м с заменой двух крайних балок.



Рис. 1. Разрушение ребра железобетонной балки пролетного строения от удара, трасса М-4 «Дон»

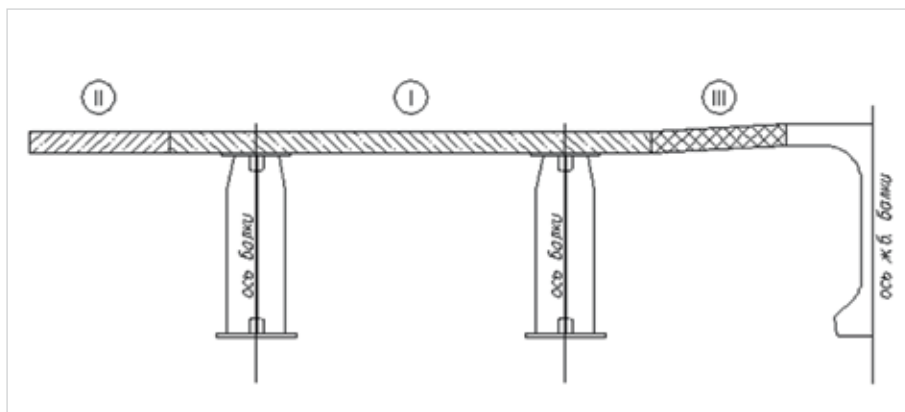


Рис. 2. Поперечное сечение (фрагмент) с заменой типовой железобетонной балки на сталежелезобетонную

Расчет был произведен с учетом этапности работы конструкции пролетного строения в ходе демонтажа разрушенных балок, монтажа новых стальных балок. Также учтена рекомендуемая стадийность (этапы I – II – III, рис. 2) омоноличивания старой части плиты проезжей части с новой, объединенной со стальной балкой стальными упорами.

В результате расчетов получены изополя перемещений, а также эпюры моментов в плите проезжей части до и после замены конструкций. На рис. 3 и 4 под литерой (а) представлены эпюры перемещений изначальной конструкции в бездефектном состоянии; под литерой (б) представлены эпюры перемещений несущих конструкций после замены крайних балок на стальные,

их омоноличивания и устройства нового полотна проезжей части.

Изополя перемещений от совместного воздействия постоянных и временных нагрузок показаны на рис. 3. На рис. 3а представлены огибающие эпюры перемещений от воздействия суммарных нормативных постоянных и подвижных нагрузок (класса АК) изначальной конструкции в бездефектном состоянии; на рис. 3б – огибающие эпюры перемещений несущих конструкций пролетного строения от воздействия нормативных постоянных нагрузок после их объединения и устройства нового полотна проезжей части, а на рис. 3в – перемещения от воздействия постоянных и временных нормативных нагрузок.

В ходе расчетов определено, что при замене балок на сталежелезобетонные появляется дополнительный прогиб от веса монолитной плиты вследствие стадийности работы конструкции сталежелезобетонной балки (он составляет около 30 мм). Прогиб может быть с легкостью компенсирован строительным подъемом новой балки, без влияния на пространственную работу конструкций. Перемещения от подвижной нагрузки распределяются равномерно между старыми и новыми конструкциями, разница в перемещениях старых балок и новых сталежелезобетонных сохраняется в пределах 30 мм.

Исходя из эпюр деформации, можно сделать вывод, что новая металлическая балка и монолитная плита полноценно включаются в работу и жесткость сталежелезобетонной балки оказывается достаточно близка к конструктивным показателям старого пролетного строения.

Расчетами также подтверждено, что действующие моменты в плите проезжей части от воздействия суммарных расчетных постоянных и подвижных нагрузок (класса АК) при замене крайней балки на сталежелезобетонную незначительно перераспределяются (рис. 4); крити-

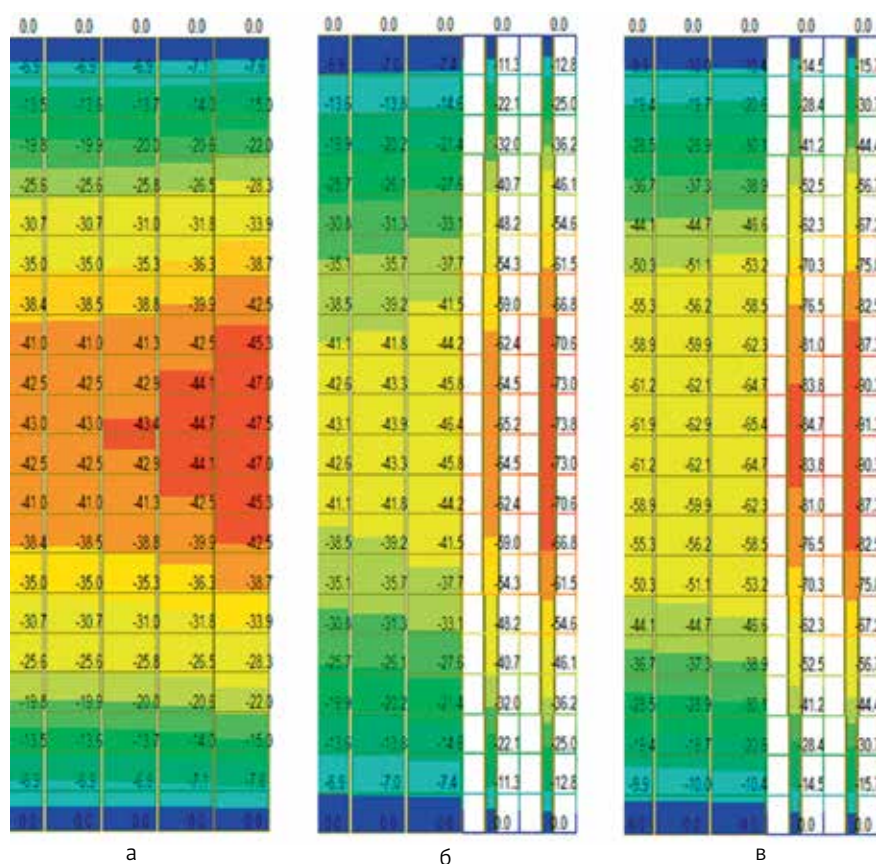


Рис. 3. Перемещения от нормативных нагрузок (условно показана половина ширины пролетного строения), мм

- а) Работа конструкции на постоянные нагрузки до замены балок
б) Совместная работа СТЖБ и ЖБ балок на постоянные нагрузки (с учетом этапности)
в) Совместная работа СТЖБ и ЖБ балок на постоянные и временные нагрузки

ческие значения не превышают допустимых; плита работает штатно и равномерно, а перегрузки отсутствуют как в новых, так и в старых конструкциях после ремонта.

Проведенные расчеты показали, что замена крайних железобетонных балок на сталежелезобетонные практически не влияет на пространственную работу основных несущих конструкций пролетного строения, не приводит к перегрузке элементов пролетного строения и, в случае надлежащего выполнения пространственных компьютерных расчетов и строительно-монтажных работ, позволяет в кратчайшие сроки произвести безопасный и долговечный ремонт поврежденного пролетного строения.

С учетом опыта реализованных проектов ремонта пролетных строений с заменой крайних балок, в том числе пилотной замены на сталежелезобетонную конструкцию, был разработан ОДМ 218.5.2.001-2022 «Методические рекомендации по частичной замене железобетонных балок эксплуатируемого пролетного строения на сталежелезобетонные и железобетонные при проведении капитальных ремонтов, ремонтов и аварийных работ» [2]. ОДМ систематизировал и структурировал порядок проведения работ при ликвидации последствий описанных аварийных ситуаций и ремонтов с заменой балок в целом.

Принципы работы с ОДМ 218.5.2.001-2022 «Методические рекомендации по частичной замене железобетонных балок эксплуатируемого пролетного строения на сталежелезобетонные и железобетонные при проведении капитальных ремонтов, ремонтов и аварийных работ» [2] предложены на рис. 5.

Условно работу по срочной аварийной замене конструкций мостовых железобетонных балок можно разделить на три основных этапа.

1 этап. При обнаружении повреждения пролетного строения на мостовое сооружение отправляются представители ФКУ и (или)

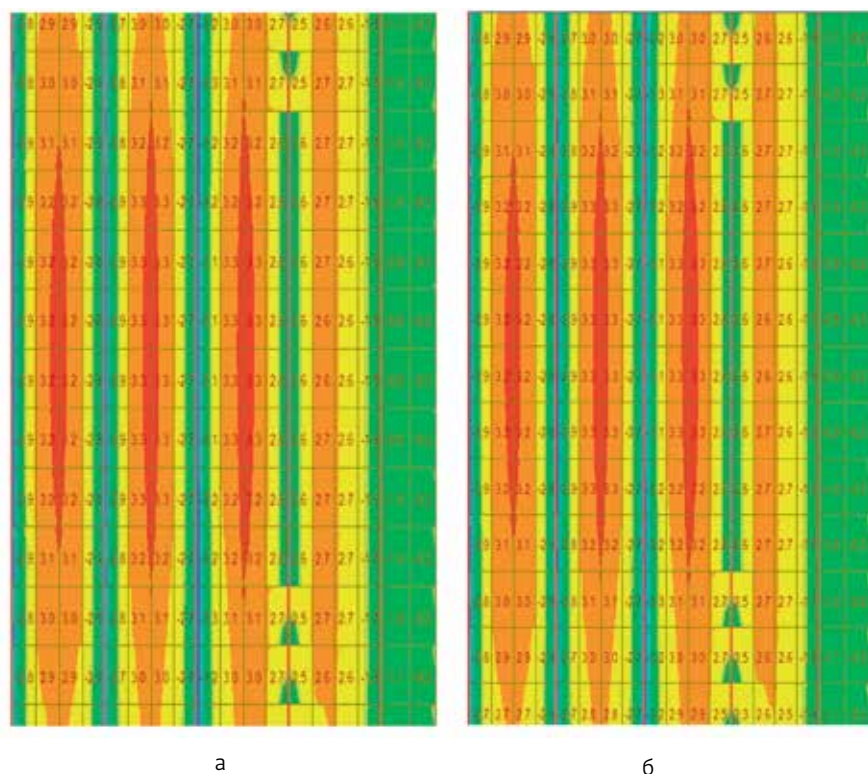


Рис. 4. Огибающие эпюры моментов в плите от суммы расчетных постоянных и временных нагрузок (условно показана половина ширины пролетного строения), тс·м
а) до замены крайних балок
б) после замены двух крайних балок

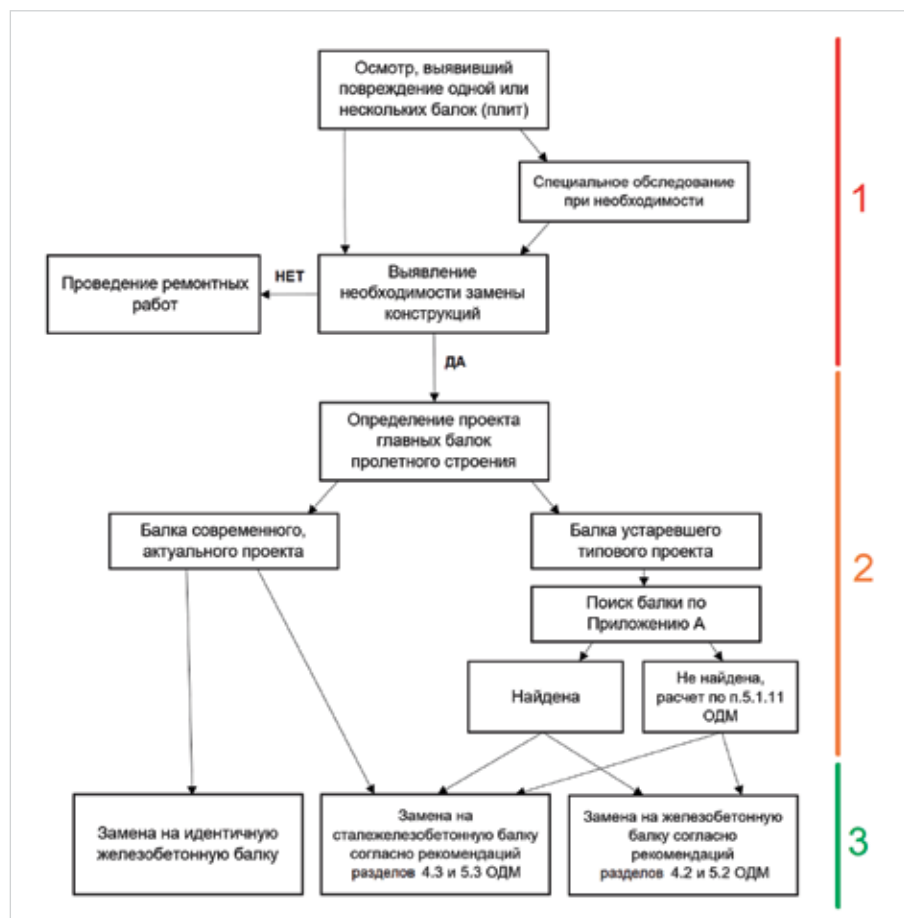


Рис. 5. Блок-схема рекомендаций по использованию ОДМ

специализированной компании, следованием мостов. Ими выявляется необходимость замены балки

или нескольких крайних балок. В качестве критериев необходимости замены балок следует отметить следующие:

■ обнажение и (или) обрыв стержней, канатов или пучков рабочей арматуры;

■ сквозные горизонтальные трещины в ребре балок (любое раскрытие);

■ вертикальные трещины, достигающие до нейтральной оси балок и выше (раскрытием более 0,3 мм – для неперенапряженных балок, любого раскрытия – для перенапряженных);

■ наклонные трещины в опорных зонах значительного раскрытия (более 0,3 мм – для неперенапряженных балок, более 0,15 мм – для перенапряженных).

2 этап. На основании имеющейся документации и результатов осмотра определяется проект балок, нуждающихся в замене.

В случае, когда мостовое сооружение построено сравнительно недавно, проект известен и выпускается в настоящий момент заводами, замена балок не требует проведения дополнительных изысканий.

В случае, когда мостовое сооружение построено более 20 лет назад и на него либо не сохранилась никакая документация, либо она не содержит сведений по проекту балок, необходимо воспользоваться Приложением А ОДМ и найти в каталоге разрушенную балку (при необходимости следует ориентироваться на характерные размеры – высоту, ширину, а также год выпуска проекта и год постройки моста).

В случае, когда установить проект невозможно, выполняется расчет согласно требованиям раздела 5 ОДМ, с учетом подобранной по габаритным размерам новой балки.

3 этап. Далее, имея данные о проекте конструкции, а также

исходя из срочности проведения замены, возможности перекрытия движения, сужения проезжей части или устройства объезда, близости завода МЖБК и сроков поставки новых конструкций, принимается решение о замене конструкций:

■ когда сроки, состояние конструкций, возможности переключения движения позволяют производить замену на идентичные балки (для «актуальных проектов») и замену на аналогичные по габаритным размерам и несущей способности, согласно требованиям разделов 4.2 и 5.2 ОДМ;

■ при сжатых сроках, опасности обрушения конструкций, невозможности перекрытия движения, отдаленности заводов МЖБК – предусматривать замену на сталежелезобетонные конструкции, согласно требованиям разделов 4.3 и 5.3 ОДМ.

Вопросы расчетов, демонтажа поврежденных конструкций и монтажных работ, особенности использования сталежелезобетонных конструкций при замене балок и вопросы объединения старых и новых конструкций также рассмотрены в соответствующих разделах ОДМ 218.5.2.001-2022 [2].

В ходе разработки ОДМ была принципиально установлена возможность замены железобетонных балок на стальные с объединением по плите. Проведенный анализ воплощенных технических решений на объектах ремонта и капитального ремонта по замене железобетонных балок пролетных строений позволил сформировать рекомендации по рациональной организации узлов объединения существующих и новых конструкций пролетного строения.

Результатом проделанной научно-исследовательской работы [1] стали выработанные требования к заменяющим конструкциям и

рекомендации по процедурам проектирования, расчета и строительно-монтажных работ при частичной замене железобетонных балок эксплуатируемого пролетного строения. Это позволило разработать и предложить к применению ОДМ 218.5.2.001-2022 «Методические рекомендации по частичной замене железобетонных балок эксплуатируемого пролетного строения на сталежелезобетонные и железобетонные при проведении капитальных ремонтов, ремонтов и аварийных работ» [2].

Методический документ станет удобным инструментом для решения задач по срочной замене поврежденных железобетонных балок и позволит избегать возможных ошибок при реализации подобных проектов, а также значительно сократить время по разработке проектов реконструкций и ремонтов.

К.Е. Дерябин,

заместитель начальника
Управления эксплуатации
автомобильных дорог
Федерального дорожного
агентства;

Н.В. Илюшин,

канд.техн наук, заместитель
генерального директора
ООО «Мастерская Мостов»;

Н.Ю. Новак,

заместитель
генерального директора
ООО «Мастерская Мостов»;

А.А. Гладков,

начальник отдела расчетов
искусственных сооружений
ООО «Мастерская Мостов»

**129626, г. Москва
1-ый Рижский пер., д. 2Г
тел. +7 (499) 706-89-80
info@mastmost.ru
https://www.mastmost.ru**



Библиография

1. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка ОДМ «Методические рекомендации по частичной замене железобетонных балок заводского изготовления существующего пролетного строения на индивидуальные сталежелезобетонные и железобетонные при проведении капитальных ремонтов, ремонтов и аварийных работ (этап с 1 по 4)». ООО «Мастерская Мостов», М., 2020-2021.
2. ОДМ 218.5.2.001-2022 «Методические рекомендации по частичной замене железобетонных балок эксплуатируемого пролетного строения на сталежелезобетонные и железобетонные при проведении капитальных ремонтов, ремонтов и аварийных работ». М., 2023.