

Интернет-журнал «Транспортные сооружения» / Russian journal of transport engineering <http://t-s.today/>

2016, Том 3, №1 / 2016, Vol 3, No 1 <http://t-s.today/issues/vol3-no1.html>

URL статьи: <http://t-s.today/PDF/05TS116.pdf>

DOI: 10.15862/05TS116 (<http://dx.doi.org/10.15862/05TS116>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Суровцев А.Б. Предложения по конструкции нового типового проекта для пролётных строений мостов L=18 – 33 м // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 3, №1 (2016) <http://t-s.today/PDF/05TS116.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Surovtsev A.B. [Proposals on designing a new typical project for the bridge spans L = 18 - 33m] Russian journal of transport engineering, 2016, Vol. 3, no. 1. Available at: <http://t-s.today/PDF/05TS116.pdf> (In Russ.)

УДК 624.042

Суровцев Алексей Борисович

АО «Институт «Стройпроект», Россия, Санкт-Петербург¹
Заместитель генерального директора – технический директор
Кандидат экономических наук
E-mail: irinas@stpr.ru

Предложения по конструкции нового типового проекта для пролётных строений мостов L=18 – 33 м

Аннотация. Силами научного центра АО «Институт «Стройпроект» выполнено несколько интересных исследовательских работ по методике проектирования. Одна из них представлена в статье - это разработка предложений для нового типового проекта по пролётным строениям для малых мостов. Специалисты компании опираются на европейский опыт, где со сборными блоками заводского изготовления используется монолитная железобетонная плита. Российская же практика предлагает объединять готовые блоки монолитными стыками, и это ведёт к снижению долговечности. В статье дан анализ технических решений, применяемых в РФ и за рубежом и предложено конструктивное решение, применённое на нескольких объектах АО «Институт Стройпроект», позволяющее выполнить все требования новой нормативной базы и обеспечить долговечность сооружений.

Ключевые слова: АО «Институт «Стройпроект»; типовое проектирование; транспортная стратегия; пролётных строений мостов; реконструкция малых мостов; типовое проектирование; пролёт; сборные железобетонные конструкции; типовой проект; балки; долговечность; надёжность

«Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года» утверждённая распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. №1734-р (с учётом распоряжения Правительства РФ от 11 июня 2014 г № 1032-р) предусматривает увеличение протяжённости дорожной сети общего пользования в РФ практически в 2 раза, в том числе увеличение протяжённости автомобильных дорог общего пользования федерального значения на примерно 40 тыс. километров, обеспечение около 20 тыс. перспективных сельских населённых пунктов постоянной круглогодичной связью с сетью автомобильных дорог общего пользования по дорогам с твёрдым покрытием. А также,

¹ г. Санкт-Петербург, Дунайский пр., д. 13, корп. 2, литер А

строительство и реконструкция в 2016 - 2030 годах более 7 тыс. км автомобильных дорог, формирующих систему платных автомагистралей и скоростных дорог.

В то же время, сегодня, в соответствии с приложением 4 к приказу Министерства Транспорта РФ от 01.11.2007 N 157 «О реализации Постановления Правительства Российской Федерации от 23 августа 2007 г. N 539 «О нормативах денежных затрат на содержание и ремонт автомобильных дорог федерального значения и правилах их расчёта» срок службы до капитального ремонта для сборных железобетонных пролётных строений с напрягаемой арматурой равен 32-38 лет, в зависимости от дорожно-климатической зоны, а для пролётных строений без напрягаемой арматуры – 27-36 лет. Это значительно ниже, чем у других типов пролётных строений, хотя именно такие пролётные строения составляют почти 70% от всех пролётных строений мостовых сооружений России.

Таким образом, до 2030 г необходимо будет выполнить капитальный ремонт или реконструкцию практически всех мостов с такими пролётными строениями. Соответственно, вопрос о выработке технологичного, экономичного эксплуатационно-надёжного и долговечного технического решения по конструкции пролётных строений для мостовых сооружений с пролётами от 18 до 33 м является крайне актуальным и востребованным в практике проектирования и строительства мостовых сооружений в Российской Федерации.

В своё время в СССР существовало более 25 типовых проектов по конструкциям опор пролётных строений и других решений для малых и средних мостов. Прежде всего, сюда относятся всем известные конструкции сборных железобетонных балок. Кроме того, были разработаны проекты сопряжения автодорожных мостов с насыпью, мостового полотна, деформационных швов и т.д.

Ещё в 1954 г. в рамках «осуждения парадности и украшательства» в архитектуре, был декларирован широкий переход на индустриальные способы строительства с использованием сборных железобетонных и бетонных конструкций. С тех пор для отечественного мостостроения характерно применение сборных железобетонных конструкций в автодорожных мостах. В 1957 были утверждены «Типовые проекты сооружений на автомобильных дорогах. Выпуск 56. Пролётные строения железобетонные сборные с каркасной арматурой периодического профиля. Пролётами в свету 7,5; 10; 12,5; 15 и 20 м» разработанные Союздорпроект (Рис. 1).

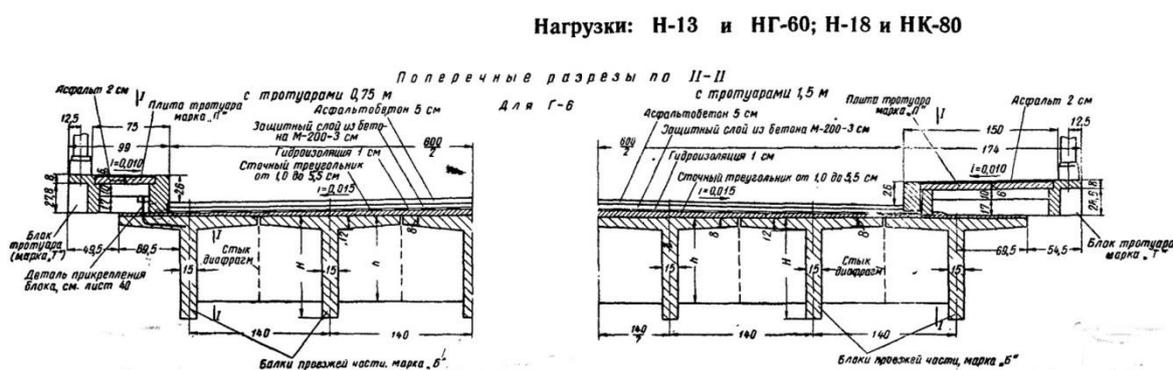


Рис. 1. Компонка поперечного сечения пролётных строений по типовому проекту 1957 года Выпуск 56

Fig. 1. Layout of the span cross-section by the typical design 1957, Issue 56

В 1988 году утверждён типовой проект серии 3.503.1-81 Пролётные строения сборные железобетонные длиной 12, 15, 18, 21, 24 и 33 м из балок двутаврового сечения с

предварительно напрягаемой арматурой для мостов и путепроводов, расположенных на автомобильных дорогах общего пользования, на улицах и дорогах в городах» (Рис. 2).

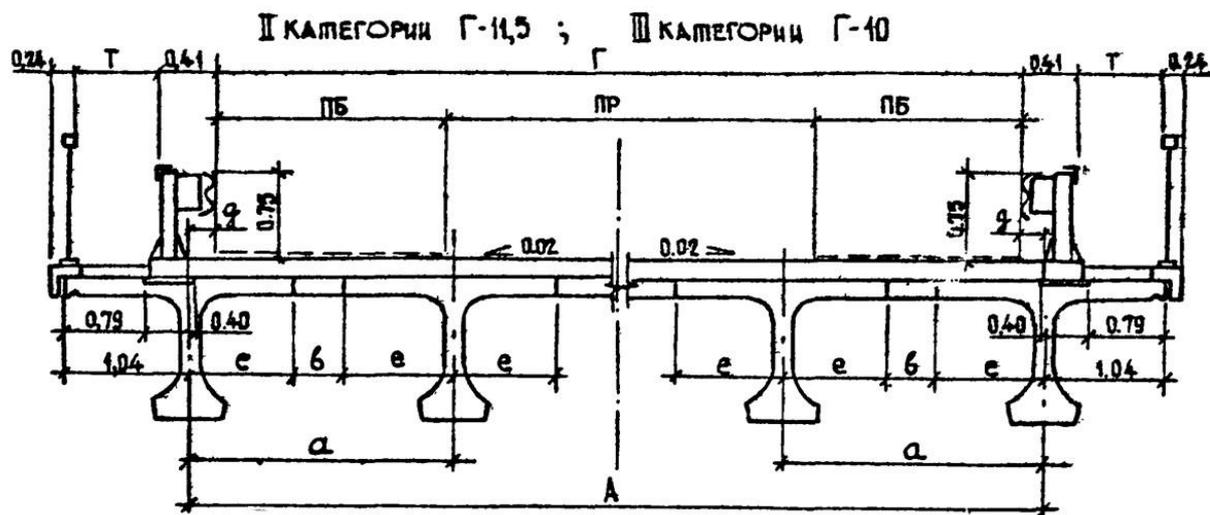


Рис. 2. Компоновка поперечного сечения пролётных строений по типовому проекту Серия 3.503.1-81

Fig. 2. Layout of the span cross-section by the typical design, Issue 3.503.1-81.

В зависимости от ширины пролётного строения и габарита проезжей части шаг балок в поперечном направлении меняется от 2,1 м до 2,4 м.

Этот проект был последним, утверждённым официально со стороны государственных органов, в лице Министерства Транспортного Строительства СССР. Проект получил широкое распространение. Несмотря на сложность опалубочной формы блоков главных балок, эти балки по всей стране изготавливали и продавали не только все заводы мостовых железобетонных конструкций, но и многие мостоотряды, и заводы железобетонных конструкций, не специализирующиеся на производстве мостовых конструкций.

В 1991 году были внесены изменения в СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы». Соответственно был доработан типовой проект Серии 3.503.1-81. Проект был переработан в 1994 году, однако финансирование этой работы осуществлялось АО «Корпорация Трансстрой». Государственного финансирования не было выделено, а в состав АО «Корпорация Трансстрой» вошло АО «Мостожелезобетонконструкция», в которое, в свою очередь входили Дмитровский, Подпорожский и Батайский заводы мостовых железобетонных конструкций". Изготовление балок по типовому проекту 3.503.1-81 – важная часть производственной программы этих заводов, соответственно они и были заинтересованы в переработке типового проекта. Порядка разработки и утверждения типовых проектов в РФ на тот момент не существовало, и доработанный проект был утверждён АО «Корпорация Трансстрой».

Помимо типового проекта Серии 3.503.1-81, были разработаны и другие технические решения для сборных железобетонных пролётных строений. Например, типовой проект балок каплевидной формы с предварительно напрягаемой арматурой и постоянным сечением по длине балки при расстоянии между осями балок до 2.4 м. Шифр 555. Применялись пролётные строения из сводчатых железобетонных плит. Инв. №29100-М длиной 12 и 18 м и др.

С 01 января 2008 года введён в действие ГОСТ Р 52748-2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчётные схемы нагружения и габариты приближения». В нем увеличен класс временной нагрузки на мосты с А11 до А14 и внесены изменения в правила загрузки пролётных строений временной нагрузкой. С его введением

в действие, все типовые проекты перестали соответствовать действующим требованиям. По заказам заводов и некоторых строительных организаций Союздорпроект произвёл пересчёт балок по типовому проекту Серия 3.503.1-81. Форма поперечного сечения осталась без изменений, был уменьшен шаг балок в поперечном направлении до 2,0 м и менее.

Это позволило временно решить проблему проектирования пролётных строений из сборных железобетонных балок, однако слишком низкий шаг балок привел к значительному увеличению материалоемкости, соответственно, стоимости данной конструкции. Кроме того, в 1996 году Росавтодор выпустил приказ №22, запрещающий применение сборных тротуарных блоков проезжей части, запрещающий применение бетона ниже марки В30 в конструкциях мостового полотна, и повышающий требования к величине защитного слоя бетона в конструкциях проезжей части до 60 мм. Требованиям этого приказа не соответствуют конструкции по типовому проекту 3.503.1-81. Однако, в практике строительства, про данный приказ почти сразу забыли, и продолжают использовать старый типовой проект. Кроме того, отмечалась недостаточность несущей способности балок в надопорной зоне, в (3) показано, что вероятность образования наклонных трещин в опорных зонах типовых балок сборных железобетонных пролётных строений достигает 30-40%.

В 2011 году выпущен Свод Правил 35.13330.2011 «Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*», внесший дополнительные требования по морозостойкости бетона, по размеру элементов и минимальному защитному слою бетона и т.д.

ОАО «Союздорпроект», как автор предыдущих типовых проектов пролётных строений разработал проект 14ГК/08-ИС «Железобетонные многофункциональные балки двутаврового сечения а/д пролетного строения длиной от 11,9 до 33 м под нагрузку класса А14 и Н14 (А14+НК-102,8)». На данную конструкцию в 2009 г был оформлен патент на полезную модель «Преднапряженная балка автодорожного моста» № 92027. Опалубочные очертания в проекте блоков балок по данному патенту были изменены. В частности, увеличилась толщина стенок балок в пролете до 180 мм, а в надопорных зонах до 360 мм (Рис. 3). Таким образом повышена несущая способность надопорных зон, так как несущая способность надопорных зон предыдущего варианта конструкции была недостаточна, что приводило к появлению наклонных трещин (3).

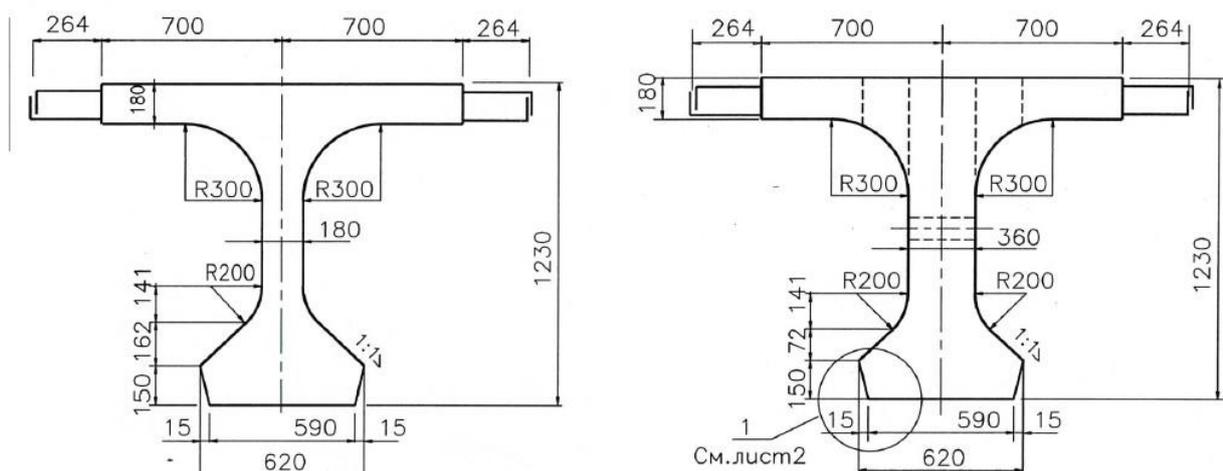


Рис. 3. Поперечное сечение главной балки длиной 24 м по патенту 92027

Fig. 3. Cross-section of the main beam 24 m in length according to patent 92027

Количество и положение пучков предварительно напрягаемой арматуры в поперечном сечении осталось неизменным. Как и принципиальная схема армирования ненапрягаемой арматурой. Однако, собственный вес балок увеличился значительно. Так балка длиной 33 м

высотой 153 см с шириной плиты 140 см по проекту Серия 3.503.1-81 весила 54,8 т, а по новому проекту такой блок стал весить 61 т. Увеличился шаг балок, - сначала до 2,2 м, затем до 2,35 м. Соответственно величина начального напряжения в напрягаемой арматуре поднята с 750-800 МПа по проекту Серии 3.503.1-81 до 980-1100 МПа. Очертания нижнего пояса и радиус скругления на переходе от стенки к плите проезжей части – не изменились. То есть, фактически в данном техническом решении увеличена только несущая способность стенок балок и, в соответствии с новыми требованиями нормативных документов, до 30 мм увеличен защитный слой бетона до верхней арматуры в плите проезжей части, вместо 20 мм в проекте Серии 3.503.1-81. В результате увеличения шага, сократился расход сборного железобетона на 1 кв. м проезжей части. Если мы сравним балки длиной 33 м, высотой 1.53 м с плитой 140 см, то для балок старого очертания при установке их с шагом 2 м расход сборного железобетона на 13,5% выше, чем для балок по новому патенту. Таким образом новое решение улучшило прочностные характеристики балок и их технико-экономические показатели.

Однако, в данном проекте остались без изменения конструктивные решения стыка плит блоков главных балок, и сохранилась необходимость выполнения выравнивающего слоя. Плита проезжей части пролётных строений и мостовое полотно – один из наиболее ответственных и подверженных агрессивным внешним воздействиям элементов конструкции. Бетон плиты проезжей части, под воздействием временных нагрузок в направлении вдоль пролёта испытывает сжимающие нагрузки, близкие к предельным по несущей способности по сжатию. А в направлении поперек пролёта плита сборных блоков, выравнивающий слой и монолитные стыки плиты проезжей части подвергается циклическим изгибающим воздействиям. Одновременно с этим, проезжая часть подвергается агрессивным воздействиям в виде осадков, антигололедных реагентов. По результатам обследования пролётных строений мостов в Санкт-Петербурге после 25 лет эксплуатации практически в 100% случаев отмечены повреждения плиты проезжей части (7).

Практика эксплуатации пролётных строений из сборных блоков главных балок заводского изготовления с монолитными стыками по плите проезжей части показывает многочисленные примеры низкого качества монолитного шва объединения балок. Отмечаются следующие недостатки – плохая связь арматурных сеток между собой, недостаточная толщина защитного слоя, коррозионные поражения выпусков арматуры, плохая адгезия бетона и шва.

Конструкция монолитного стыка блоков главной балки по плите проезжей части сама по себе ведёт к появлению дефектов. Для формирования стыка необходимо уложить относительно небольшие порции бетонной смеси в малом объёме при высокой насыщенности арматурой. Это само по себе ведёт к возникновению усадочных трещин. В «Концепции улучшения состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах Федеральной сети на период до 2010 г.» указано, что после 20 лет эксплуатации (обработка данных по 350 сооружениям в 1995 г.) в железобетонных балочных пролётных строениях самый распространённый дефект для железобетонных поверхностей – «протечки, выщелачивание бетона плиты между балками» (приложение 1, табл. 11). В (4) и (5) отмечается, что конструкция стыка не обладает необходимой надёжностью, а трудоёмкость его изготовления слишком высока.

К серьёзным недостаткам следует отнести также необходимость устройства выравнивающего слоя. Незначительная толщина этого конструктивного элемента не позволяет гарантировать его качество и долговечность.

Все эти факторы уменьшают долговечность, способствуют возрастанию эксплуатационных затрат, связанных с ремонтом сооружений и приводят к сокращению межремонтных сроков пролётных строений, что нашло свое отражение в нормативных

документах. Как уже упоминалось ранее, согласно приложению №4 к приказу Министерства транспорта Российской Федерации №157 от 1 ноября 2007 года межремонтный срок для сборных пролётных строений уменьшен на 20-50% относительно других типов конструкций. А срок службы зависит от комбинации всех силовых факторов, неблагоприятного воздействия окружающей среды и физического состояния, и именно он является интегральной оценкой жизнеспособности мостовой конструкции. (3)

В то же время в 90 годы в РФ началось активное развитие монолитного мостостроения и использование пролётных строений из предварительно напряжённого железобетона, бетонируемых на площадке строительства. Технология выполнения бетонных работ на строительной площадке получила серьёзный импульс для развития. Широкое распространение получило новое оборудование и техника для бетонирования, бетононасосы, мобильные бетонные заводы, позволяющие обеспечить производство бетонной смеси гарантированного уровня качества. Все это сняло остроту вопроса по качественному выполнению монолитных бетонных конструкций.

Развивались и технические решения связанные с использованием опалубки для балок по типовому проекту серии 3.503.1-81 с изменением конструкции плиты проезжей части и узла объединения балок между собой. В 2003 году запатентовано решение конструкции моста с сборно-монолитными пролётными строениями, в котором используются блоки типовых главных балок пролётных строений, но толщина верхней плиты заводского блока уменьшена до 70-100 мм. Ширина верхней плиты равна 1,8 или 2,4 м. (6). На строительной площадке по установленным блокам таких балок устраивается дополнительная монолитная плита. В соответствии с формулой патента, толщина монолитной плиты должна быть от 2,2 до 6,6 раз больше, чем толщина плиты сборного блока балки. При этом шаг балок под нагрузки А11 и Н11 составляет не более 2,4 м (Рис. 4).

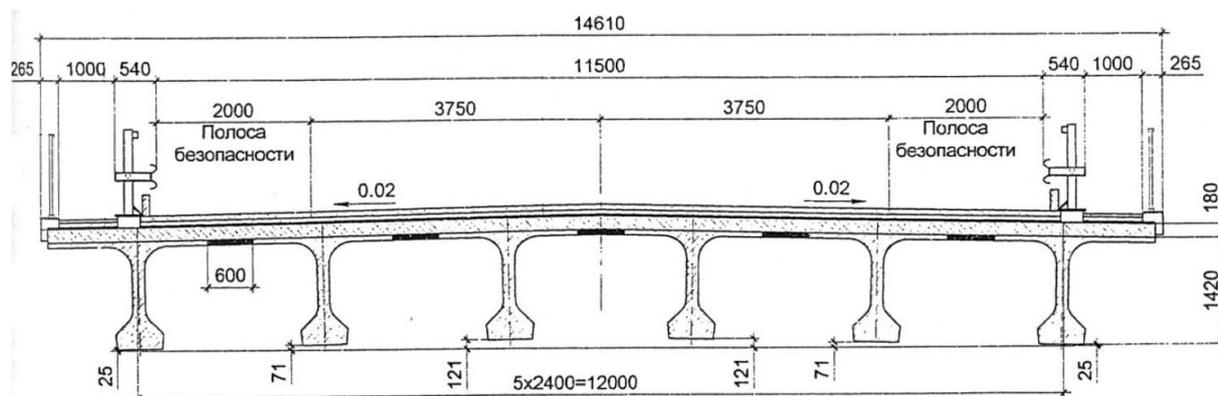


Рис. 4. Поперечное сечение пролётного строения по патенту 41031

Fig. 4. Cross-section of the span according to patent 41031

Несмотря на то, что авторы упоминают о возможности использования данного решения под временные нагрузки класса А14 и Н14 – данное решение не обеспечивает несущую способность и конструктивные требования СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*».

Похожее решение реализовано при строительстве Скоростной Платной автомобильной дороги Москва-Санкт-Петербург км 15-58 в 2010 году. Генеральный проектировщик по разработке рабочей документации был АО «Институт Стройпроект». Конструктивное решение балок пролётных строений разработано ОАО «Гипротрансмост». Для пролётных строений использовалась опалубка балок по типовому проекту серии 3.503.1-81 с изменением

конструкции плиты проезжей части и узла объединения балок между собой. Разработаны балки для пролётных строений длиной 15, 18, 24, 18 и 33 м.

Поперечное сечение балок длиной 24 м представлено на Рис. 5.

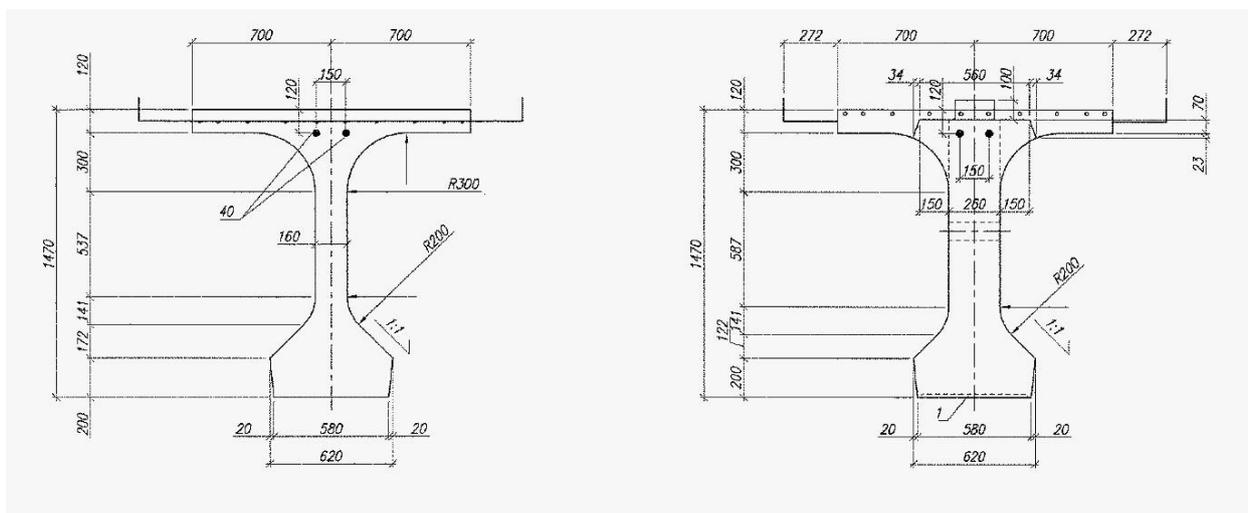


Рис. 5. Поперечное сечение балок $L=24$ м, разработанных для участка км 15-58 Скоростной Платной автодороги Москва-Санкт-Петербург

Fig. 5. Cross-section of the beams $L = 24$ m, designed for an area 15-58 km in length of Express Toll Road from Moscow to St. Petersburg

Практическое отличие данного технического решения от решения по типовому проекту Серия 3.501.1-81 в том, что толщина верхней плиты блока балки заводского изготовления принята 120 мм. По ширине верхняя плита принята 1,4 м.

В плите оставлен только нижний ряд поперечной арматуры. На площадке предполагается выполнение накладной монолитной плиты, толщиной 110 мм, и омоноличивание стыков плиты блоков главных балок. Суммарная толщина плиты проезжей части получается 230 мм. Для обеспечения совместной работы накладной монолитной плиты и блоков главных балок заводского изготовления предусмотрены арматурные выпуски из плиты блока главной балки.

Пролётные строения рассчитаны под нагрузку А14 и Н14, при этом максимальный шаг балок равен 1,96 м. Таким образом, с учетом повышенной толщины плиты 23 см по объёмам работ на пролётное строение данное техническое решение менее эффективно, чем доработанные проектные решения по типовому проекту Серии 3.503.1-81. Однако, данное техническое решение было разработано по предложению концессионера для того, чтобы исключить необходимость устройства выравнивающего слоя и увеличить долговечность пролётных строений.

Конструктивные решения сборно-монолитных мостов с использованием сборных блоков простой трапецевидной формы по которым на строительной площадке устраивается монолитная плита проезжей части разработаны ЗАО «ПРОМОС». В 2001 году получен патент на конструкцию рёбер в виде простой трапецевидной формы. Однако вес трапецевидной балки длиной 24 м равен 60.7 т, что более чем в полтора раза больше, чем для балок по типовому проекту серии 3.501.1-81. Поэтому конструкция была переработана и в 2013 году получен патент 131385 на балку пролётного строения моста V-образной формы.

Эти балки называются балки БМП. Поперечные сечения балок приведены на Рис. 6. Трапецевидные балки изготавливаются заводом «МОКОН» для пролётов длиной 12-24 м, а

V-образные для пролётов длиной 12-33 м. Вес балки длиной 33 м равен 63,5 т – что примерно соответствует весу блока балки длиной 33 м по типовому проекту серии 3.501.1-81. Толщина монолитной плиты проезжей части принята 25 см. Шаг балок 3,05 м. Техничко-экономические показатели пролётных строений из V-образных балок улучшены, по сравнению с показателями трапециевидных балок, но все равно экономическая эффективность данного решения ниже, чем балок Союздорпроекта по патенту 41031.

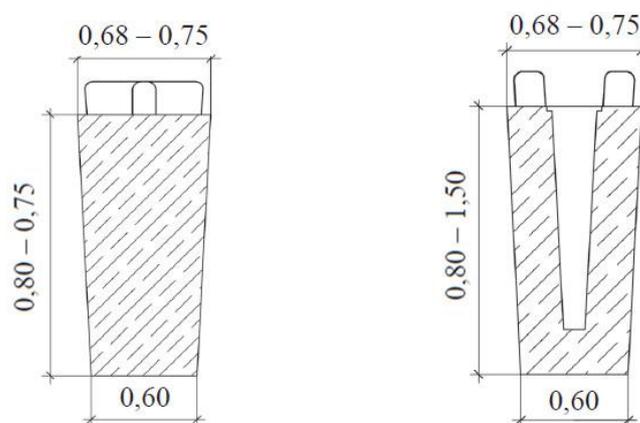


Рис. 6. Поперечные сечения балок БМП трапециевидной и V-образной формы

Fig. 6. Cross-sections of the beams BMP of the trapezoidal and V-shaped

Если говорить о ситуации за рубежом, то по объёмам существующей дорожной сети, проектирования скоростных трасс с большим количеством искусственных сооружений, объёмам дорожного финансирования в настоящее время лидирующие позиции в мире занимают США и страны Евросоюза.

В дорожном строительстве США пролётные строения из предварительно напряженных железобетонных балок заводского изготовления с монолитной плитой проезжей части это широко используемое решение. Дорожное строительство в США является прерогативой соответствующих штатов. Каждый из них имеет свои специальные требования и практика строительства отличается от штата к штату. Однако, по конструктивным решениям по пролётным строениям для мостов с длинами пролётов менее 50 м уверенно лидируют двутавровые сборные преднапряженные балки с монолитной плитой проезжей части. Например, в (1) отмечается, что пролётные строения из предварительно напряжённых железобетонных балок заводского изготовления с монолитной плитой проезжей части – наиболее часто реализуемое решение на дорогах штата Вашингтон. Это решение применяется на 80% вновь строящихся мостовых сооружений. Максимальный пролёт таких балок 56,4 м для блоков типа W95G. Такие конструктивные решения с двутавровыми блоками главных балок используются с 50-х годов прошлого века. Это решение экономически эффективно и обеспечивает сокращение сроков строительства.

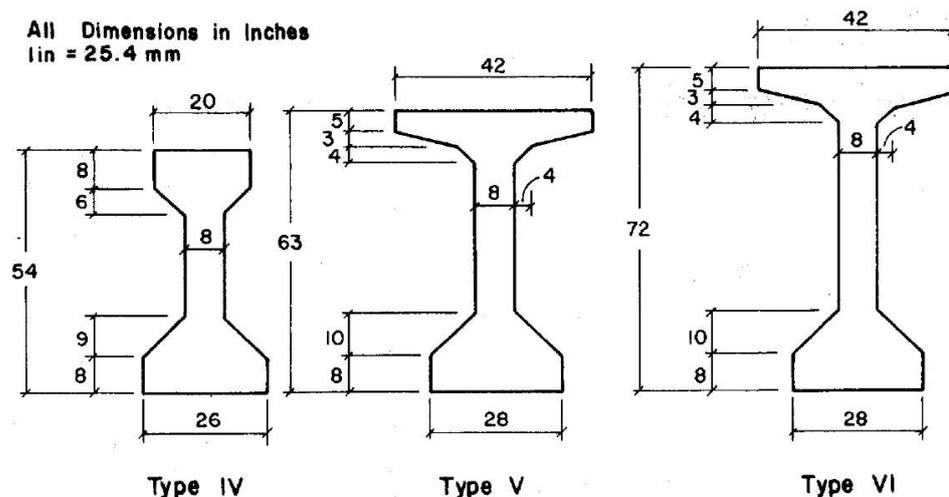


Рис. 7. Сечения блоков главных балок, разработанные в США в 50-60 годах

Fig. 7. Cross-sections of the main beam blocks, developed in USA in the 50-60s.

На Рис. 7 показаны типы поперечных сечений блоков главных балок из предварительно-напряжённого железобетона, разработанные в США в 50-60 годы. Тип IV был разработан в конце 50 годов, а типы V и VI – в начале 60 годов.

Помимо двутавровых сечений используются и другие типы – коробчатые блоки без верхней полки, называемые Bath-tub, пустотные плиты для малых пролётов, коробчатые блоки прямоугольного сечения и сводчатые плиты.

В США практика проектирования подразумевает, что длина блоков для перекрытия пролёта, и расстановка блоков определяются в проекте конкретного сооружения, а не в типовом решении. Хотя разрабатываются рекомендации по диапазонам наиболее эффективного применения тех или иных конструктивных решений. Так в штате Калифорния шаг балок в поперечном направлении для блоков W42 при пролёте 13 м равен 3,66 м, а при пролёте 21 м равен 1,83 м. То же и для других типов пролётных строений. Существуют номограммы определяющие рекомендованный шаг для соответствующей длины пролета.

Тип сечения балки	Допустимая длина пролета ft/м	Рекомендуемая длина пролета ft/м
Двутавровое сечение I-beams	50/15,2-125/38,1	50/15,2-95/28,9
Двутавровое с уширенной полкой Bulb-tee	80/24,4-150/45,7	95/28,9-150/45,7
Коробчатое без верхней полки Bath-tub	80/24,4-150/45,7	80/24,4-120/36,6
Двутавровое с широкими полками	80/24,4-200/60,9	80/24,4-180/54,9
Пустотные плиты Voided slab	20/6,1-70/21,3	20/6,1-50/15,2
Коробчатое прямоугольное Box	40/12,2-120/36,6	40/12,2-100/30,5
Коробчатые с наклонными стенками Delta	60/18,3-120/36,6	60/18,3-100/30,5
Сводчатые плиты Double-tee	30/9,1-100/30,5	30/9,1-60/18,3

В последние годы институт PCI «Prestressed Concrete Institute» совместно с AASHTO «American Association of State Highway and Transportation Officials» разрабатывают единые технические решения для разных типов конструкций. В 2011 году выпущено приложение «B» к руководству по проектированию мостов «PCI Bridge design manual», в котором определены типы и размеры таких стандартизированных блоков главных балок.

Компоновка поперечного сечения пролётного строения из блоков из предварительно напряжённого железобетона заводского изготовления типа I-beam показана на Рис. 8. Шаг балок 1,83 м. По балкам устраивается железобетонная плита проезжей части толщиной 17,8 см. Ограждение проезжей части выполнено в виде железобетонного парапетного ограждения. Можно отметить отсутствие тротуаров и служебных проходов.

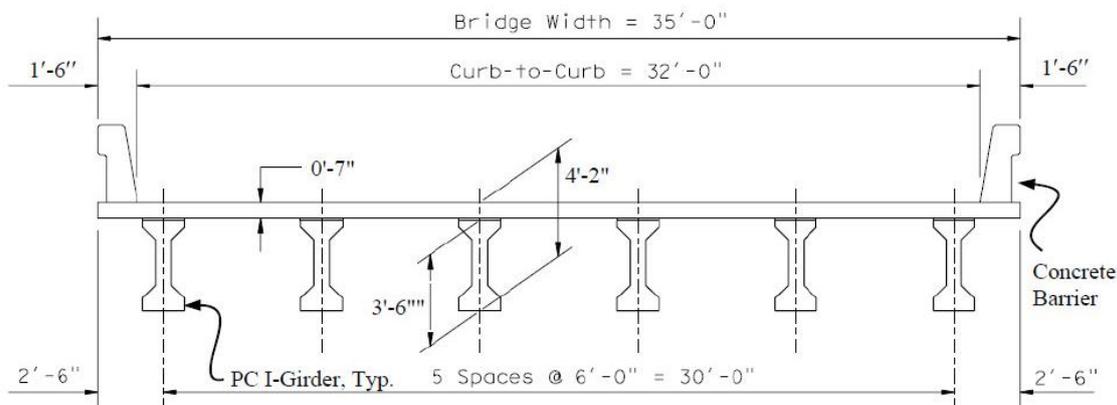


Рис. 8. Компоновка поперечного сечения пролётного строения из блоков типа I-beam

Fig. 8. Layout of the span cross-section made of I-beam blocks

На Рис. 9 показана компоновка поперечного сечения блоков из предварительно напряженного железобетона заводского изготовления типа Bulb-Tees.

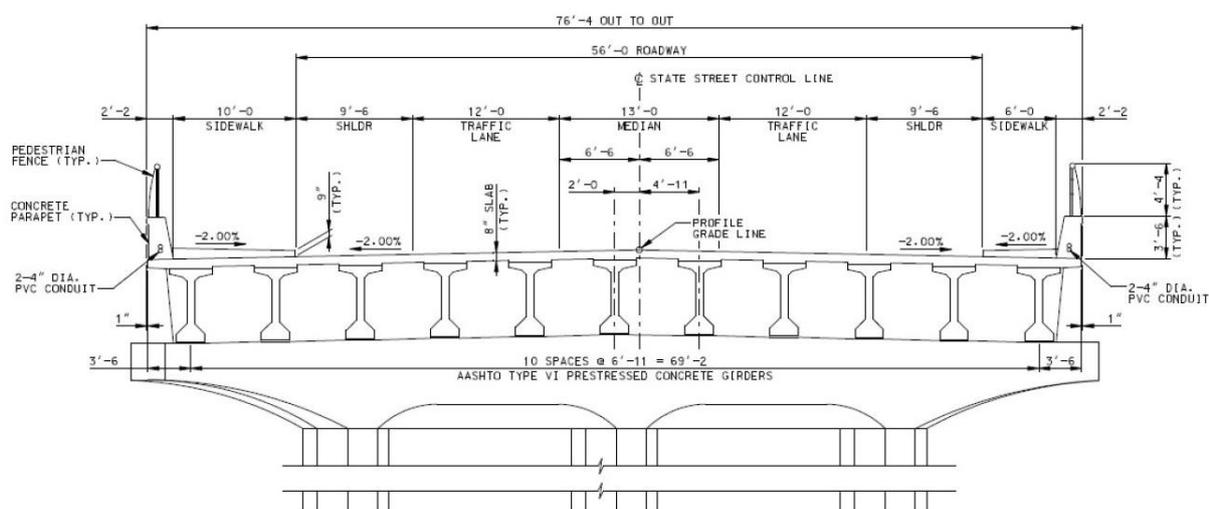


Рис. 9. Компоновка поперечного сечения пролётного строения из блоков типа Bulb-Tees

Fig. 9. Layout of the span cross-section made of Bulb-Tees blocks

Шаг балок в поперечном сечении равен 211 см. Поверх балок устраивается монолитная железобетонная плита проезжей части толщиной 20,3 см.

Опыт Канады – практически не отличается от практики строительства США. Проектирование мостов осуществляется в соответствии с CAN/CSA-S6-00 Canadian Highway Bridge Design Code.

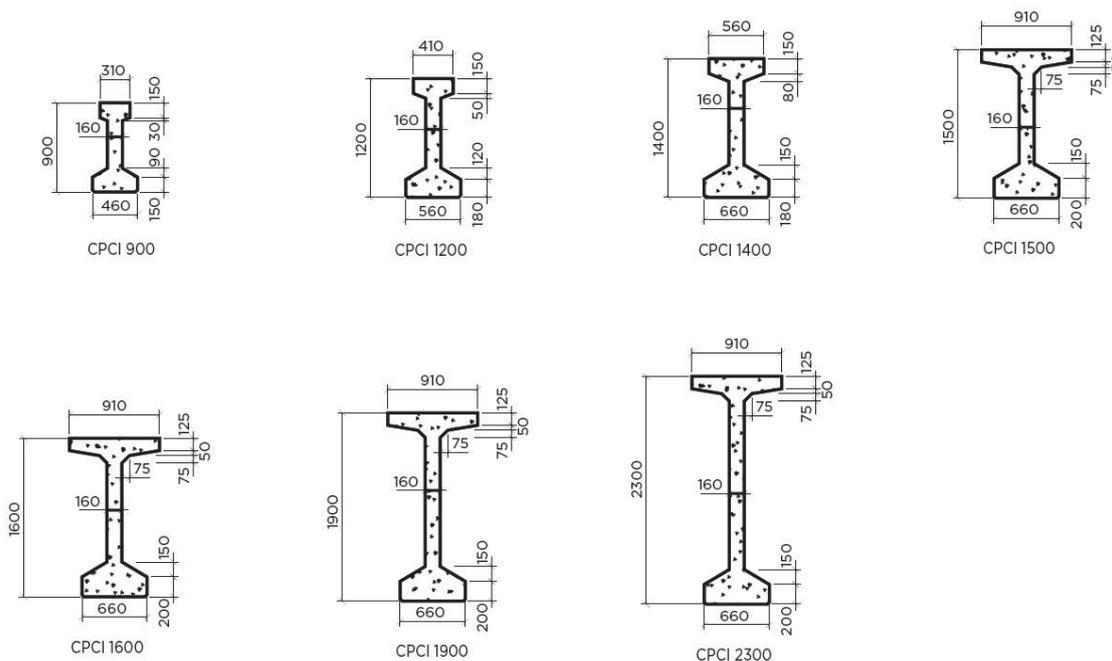


Рис. 10. Поперечные сечения типовых балок двутаврового сечения Канада

Fig. 10. Cross-sections of I-shaped standard beams, Canada

Шаг балок в поперечнике обычно равен 2.0 м, 2,25 м, 2,5 м и 2,75 м. На Рис. 10 даны поперечные сечения типовых балок двутаврового сечения в Канаде.

В странах Евросоюза также используются технические решения с использованием сборных балок заводского изготовления из предварительно напряжённого железобетона. В (5) отмечено, что стандартизация типов пролётных строений и мостовых балок в странах Европы осуществлялась в 70-75 годы прошлого века. Во Франции в 1973 году были опубликованы «Provisional instructions N2». А в 1996 году SETRA издала руководство «Road bridges with pre-tensioned prestressed bridge beams». В Германии руководство по проектированию и строительству мостов из балок заводского изготовления «Provisional guidelines for road bridges in prestressed and reinforced precast concrete» было выпущено в 1979 году. При этом разные страны традиционно используют не одинаковые решения.

В Великобритании, технические решения с использованием сборных балок заводского изготовления из предварительно напряжённого железобетона получили широкое распространение с 60-ых годов прошлого века. А с 80-ых годов прошлого века широкое распространение получили балки Y-образной формы (Рис. 11).

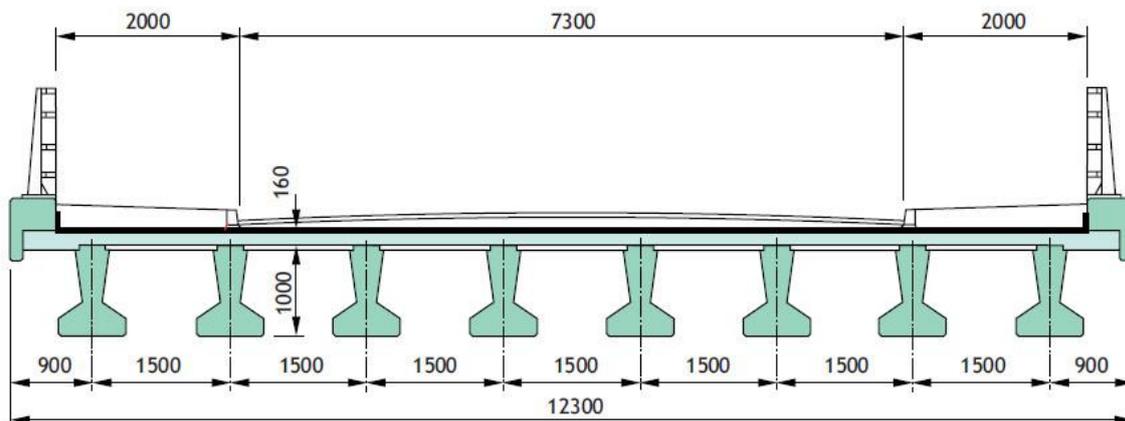


Рис. 11. Поперечное сечение пролетного строения из балок Y-образной формы

Fig. 11. The cross-section of the span to the Y-shaped beams

Еврокоды EN 15050 предусматривают применение прямоугольных, тавровых и двутавровых сечений, а также сводчатых балок, очень похожие на наш типовой проект. Но у всех этих конструкций есть принципиальное отличие – поверху устраивается монолитная железобетонная плита (Рис. 12).

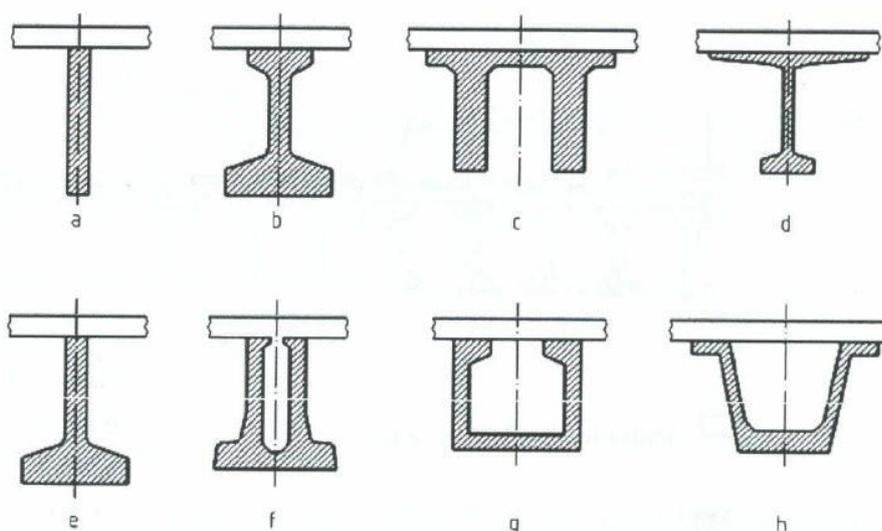


Рис. 12. EN 15050:2007 Precast concrete products - Bridge elements

На основании проведённых исследований и расчётов существующих решений отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства сборных железобетонных балочных мостов из предварительно напряжённого железобетона можно сделать вывод о необходимости разработки нового конструктивного решения по сборным железобетонным балкам для мостовых конструкций под действующие и перспективные нагрузки для объектов транспортной инфраструктуры Российской Федерации.

В основу предложений лёг как отечественный, так и зарубежный опыт проектирования и строительства конструкций указанных типов.

Основные предложения конструкции пролётных строений сводятся к следующему:

- Максимальное сохранение существующих опалубочных форм балок, используемых в РФ;

- Обязательное применение монолитной плиты проезжей части на всю ширину пролётных строений;
- Технологичность устройства опалубки под монолитную плиту;
- Совершенствование армирования главных балок пролетных строений.

Конструкция пролётного строения в целом заимствована из широко применяемых на территории РФ пролётов с участками омоноличивания.

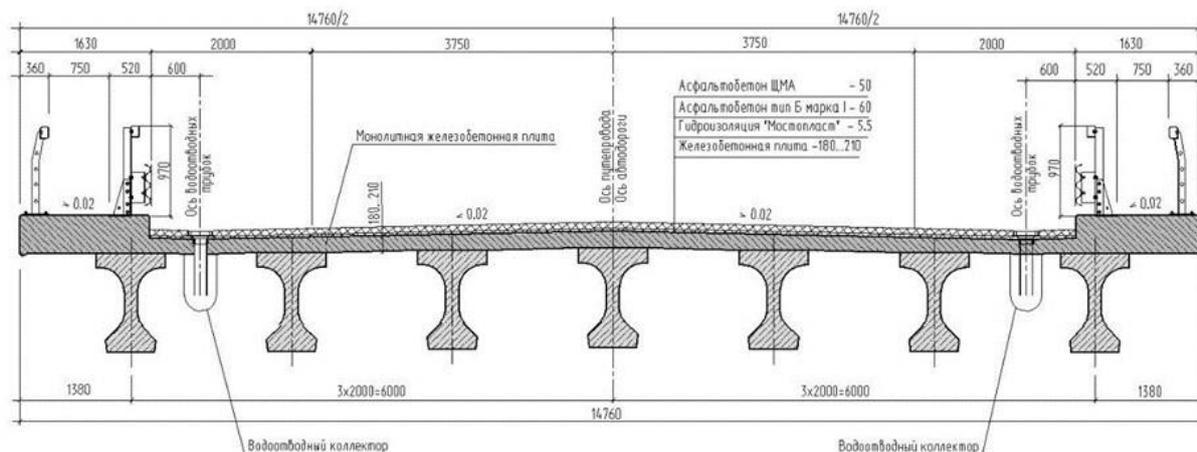


Рис. 13. Предлагаемая конструкция пролётного строения из сборных железобетонных балок

Fig. 13. The proposed design of span made of precast reinforced concrete beams

Конструктивное решение по пролётному строению, отвечающему современным требованиям в части прочности и долговечности под современные нагрузки представлено на Рис. 13.

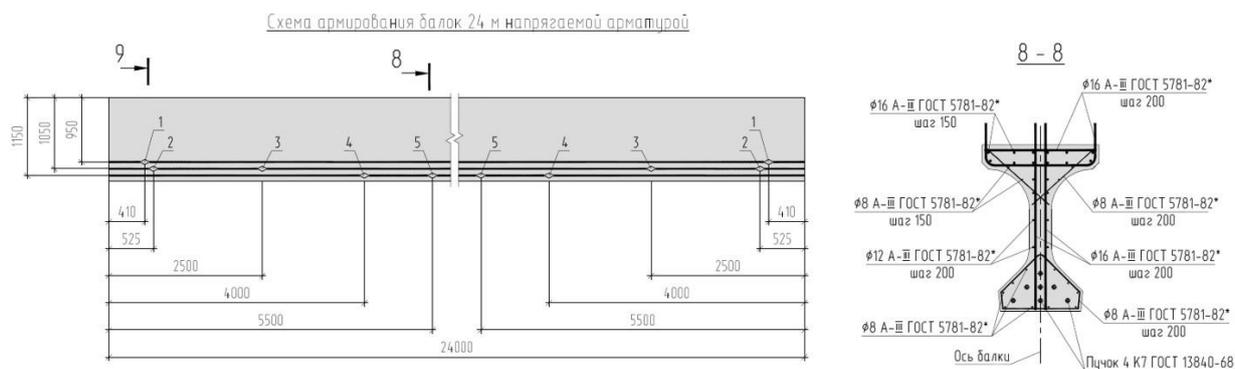


Рис. 14. Схема армирования балки 24 м

Fig. 14. Scheme of beam reinforcement 24m

Увеличение общего объёма бетона в составе всех конструкций пролётных строений составляет 7-8% относительно традиционного типового решения. Разработана опалубочная форма главных балок с сокращением длины консолей верхнего пояса, при этом увеличивая его высоту, компенсируя тем самым площадь растянуто-сжатой зоны верхнего пояса (в зависимости от стадии работы конструкции балки).

В АО «Институт «Стройпроект» проведены сравнения основных технико-экономических показателей конструкций путепроводов с применением традиционных

сборных железобетонных балок с участками омоноличивания и предлагаемой конструкций с монолитной плитой проезжей части.

Сравнение проведено при разработке проектной документации по искусственным сооружениям объекта «Автомобильная дорога обхода города Хабаровска» – под 4 полосы движения. Результаты сравнения позволяют сделать вывод, что применение более эксплуатационно-надёжного решения с использованием широко распространённых на территории Российской Федерации сборных железобетонных балок, выполненных в опалубке применительно к типовому проекту 3.503.1-81, с шагом балок 2,28 м (максимальный шаг до 2,45 м) и монолитной плитой проезжей части, не приводит к удорожанию объекта строительства по сравнению с традиционным решением пролётных строений с участками омоноличивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. J.A., Weigel; Stephen J. Seguirant «High performance precast pretensioned concrete girder bridges in Washington State». PCI Journal. 2003 г., Т. 48, 2.
2. Andrew M. Cuomo; Joan McDonald. «Bridge Manual». New York State Department of Transportation. New York: 2008.
3. Л.И., Иоселевский. «Практические методы управления надёжностью железобетонных мостов» Москва: НИЦ "Инженер", 1999. ISBN 5-8208-0023-0.
4. В.М., Фридкин. «О типовом проектировании мостовых сооружений на автомобильных дорогах» Сборник научно-методических работ по повышению уровня обоснованности проектов автомобильных дорог и сооружений на них Выпуск 3 : Союздорпроект, Москва 1999. УДК 625.72.
5. А.И., Небогатых, В.П. Павликов «Повреждения железобетонных мостов и их предупреждение» Сборник Повышение надёжности строящихся и эксплуатируемых мостов. Павловск: Дорожный учебно-инженерный Центр, 1996. УДК 625.7.06.
6. Н.Н., Бычковский, С.И. Пименов. «Железобетонные мосты». Саратов: Саратовский Государственный Технический Университет, 2006.
7. Э.С., Карапетов. «Проблемы долговечности железобетонных мостов» Сборник трудов 125 лет в мостостроении. Санкт-Петербург: ПГУПС, 2008. ISBN 978-5-7641-0195-8.

Surovtsev Aleksey Borisovich

Institute Stroyproekt, Russia, Saint-Petersburg
E-mail: irinas@stpr.ru

Proposals on designing a new typical project for the bridge spans $L = 18 - 33m$

Abstract. Experts of the Scientific Center of JSC "Institute "Stroyproekt" have performed several interesting research works on the design technique. One of them is presented in the given article - it is a development of proposals for a new typical project on the spans for minor bridges. Engineers of our company are based on the European experience, where a monolithic reinforced concrete slab is used in conjunction with the precast packaged units. In contrast, the Russian practice proposes to combine the fabricated blocks by monolithic joints, and this leads to a reduction of life. The article analyzes the technical solutions used in Russia and abroad and offers a constructive concept applied at several objects of JSC "Institute Stroyproekt", which allows to fulfill all the requirements of the new normative base and ensure life of the structures.

Keywords: JSC "Institute "Stroyproekt", typical design, transport strategy, bridge spans, upgrading of minor bridges, typical design, span, precast reinforced-concrete structures, typical project, beams, life, reliability

REFERENCES

1. J.A., Weigel; Stephen J. Seguirant «High performance precast pretensioned concrete girder bridges in Washington State». PCI Journal. 2003 g., T. 48, 2.
2. Andrew M. Cuomo; Joan McDonald. «Bridge Manual». New York State Department of Transportation. New York: 2008.
3. L.I., Ioselevskiy. «Prakticheskie metody upravleniya nadezhnost'yu zhelezobetonnykh mostov» Moskva: NITs "Inzhener", 1999. ISBN 5-8208-0023-0.
4. V.M., Fridkin. «O tipovom proektirovanii mostovykh sooruzheniy na avtomobil'nykh dorogakh» Sbornik nauchno-metodicheskikh rabot po povysheniyu urovnya obosnovannosti projektov avtomobil'nykh dorog i sooruzheniy na nikh Vypusk 3 : Soyuzdorproekt, Moskva 1999. UDK 625.72.
5. A.I., Nebogatykh, V.P. Pavlikov «Povrezhdeniya zhelezobetonnykh mostov i ikh preduprezhdenie» Sbornik Povyshenie nadezhnosti stroyashchikhsya i ekspluatiruemykh mostov. Pavlovsk: Dorozhnyy uchebno-inzhenernyy Tsentr, 1996. UDK 625.7.06.
6. N.N., Bychkovskiy, S.I. Pimenov. «Zhelezobetonnye mosty». Saratov: Saratovskiy Gosudarstvennyy Tekhnicheskii Universitet, 2006.
7. E.S., Karapetov. «Problemy dolgovechnosti zhelezobetonnykh mostov» Sbornik trudov 125 let v mostostroenii. Sankt-Peterburg: PGUPS, 2008. ISBN 978-5-7641-0195-8.