

УДК 624.21/8

Шмуклер В.С., д.т.н.; Бабаев В.Н., д.н. по гос. упр.; Евель С.М., к.т.н.; Меленцов Н.А., к.т.н.; Хаинсон Ю.А.; Бугаевский С.А., к.т.н.; Бугаевский В.А., ХНУ им. О.М. Бекетова, г. Харьков

ПРИМЕНЕНИЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ МОСТА

АННОТАЦИЯ

Приведен обзор современных решений по объединению металлических балок пролетных строений с железобетонной плитой для сталежелезобетонных мостов. Рассмотрены особенности конструкции сталежелезобетонного пролетного строения, примененного для капитального ремонта моста через р. Сухой Торец в г. Барвенково. Разработана технология возведения сталежелезобетонного пролетного строения при капитальном ремонте моста.

Ключевые слова: упор, сталежелезобетонное пролетное строение, металлическая балка, железобетонная плита.

Введение. Одним из ответственных элементов конструкции при сооружении сталежелезобетонных мостов является объединение монолитной

железобетонной плиты проезжей части с металлическими главными балками пролетного строения с помощью упоров, привариваемых к верхним поясам главных балок.

Анализ публикаций. В соответствии с действующими нормативами Eurocode 4 [1] в странах Европейского содружества для сталежелезобетонных мостов рекомендуется применять несколько видов упоров: гибкие штыревые упоры с круглой цилиндрической головкой и петлевые упоры с жестким элементом (рис. 1).

В нормативных документах Великобритании [2] разрешено применение еще двух типов упоров: петлевые анкеры на брусочных упорах и швеллер-упор (рис. 2).

Однако, продолжают исследования возможности применения других типов упоров [3-5]. Новые конструкции упоров сравниваются с гибким штыревым упором с круглой цилиндрической головкой, как наиболее применяемым в практике мостостроения для сталежелезобетонных пролетных строений (рис. 3).

Приведем сравнительные характеристики для каждого типа упоров.

Упор в виде волнистой полосы с отверстиями (oscillating-perfobondstrip) имеет высоту 100 мм, толщину 8 мм, отверстия диаметром 50 мм, а изгиб в 1,5 волны с амплитудой 110 мм (рис. 3, а). Допустимая нагрузка на него больше, чем для гибкого

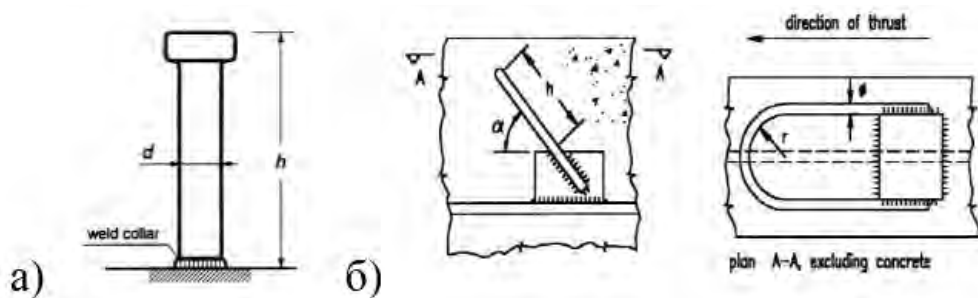


Рис. 1. Типы упоров для сталежелезобетонных мостов в соответствии с Eurocode 4 [1]: а) гибкий штыревой упор с круглой цилиндрической головкой; б) петлевой упор с жестким элементом

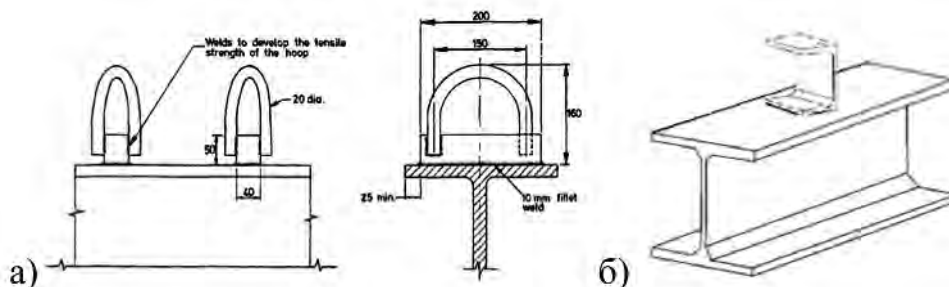


Рис. 2. Типы упоров для сталежелезобетонных мостов [2]: а) петлевой анкер на брусочных упорах; б) швеллер-упор

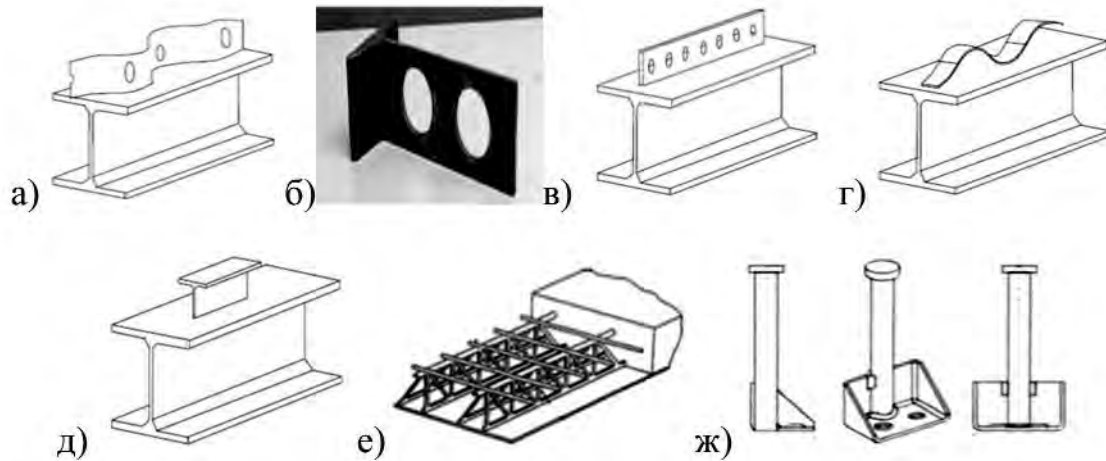


Рис. 3. Новые типы упоров для сталежелезобетонных мостов [4, 5]: а) волнистая полоса с отверстиями (oscillating-perfobondstrip); б) Т-ребро (T-RIB); в) полоса с отверстиями (continuous-perfobondstrip); г) волнообразная полоса (waveform-strip); д) Т-упор (T shear connector); е) пирамидальный упор (pyramidal shear connector); ж) несварной упор (non-welded shear connector)

штыревого упора и Т-ребро упора (таблица 1). Тем не менее, их рекомендуют применять при использовании только легкого бетона, фибробетона или высокопрочного бетона [4].

Для Т-ребро упора характерна более высокая жесткость, по сравнению с упорами типа Perfobond, однако, основным ограничением их широкого применения является трудоемкость как изготовления, так и приварки к верхнему поясу металлической балки (рис. 3, б).

Упор в виде полосы с отверстиями (высота 100 мм, толщина 12 мм и отверстия диаметром 50 мм) является одной из альтернатив гибким штыревым

упорам и на данный момент наиболее исследуемым типом упоров для сталежелезобетонных конструкций (рис. 3, в).

Упор в виде волнообразной полосы (ширина 50 мм, толщина 6 мм и изгиб в 2 волны с амплитудой 110 мм) показывает наиболее слабые результаты в тестах и не рекомендуется к применению (рис. 3, г).

Т-упоры (рис. 2, д) выдерживают допустимую нагрузку, такую же, как и для упоров в виде полос с отверстиями, но обладают гораздо большей податливостью (таблица 1). Этот тип упоров показывает увеличение показателей при использовании легкого бетона, фибробетона или высокопрочного бетона [4].

Таблица 1 Результаты испытания для различных видов упоров [4]

Наименование	Тяжелый бетон, марка бетона С30/35		Легкий бетон, марка бетона С30/35	
	сопротивление, кН	податливость, мм	сопротивление, кН	податливость, мм
гибкий штыревой упор	102	5,0	92	4,9
полоса с отверстиями	653	0,8	485	2,9
волнистая полоса с отверстиями	974	1,9	858	2,7
волнообразная полоса	200	1,8	н/д	н/д
Т-упор	633	16,1	657	38,8

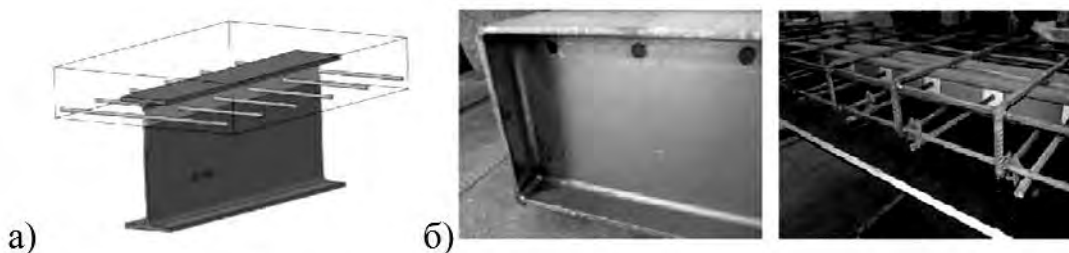


Рис. 4 Объединение бетона и стали [6]: а) конструкция балки; б) детали объединения

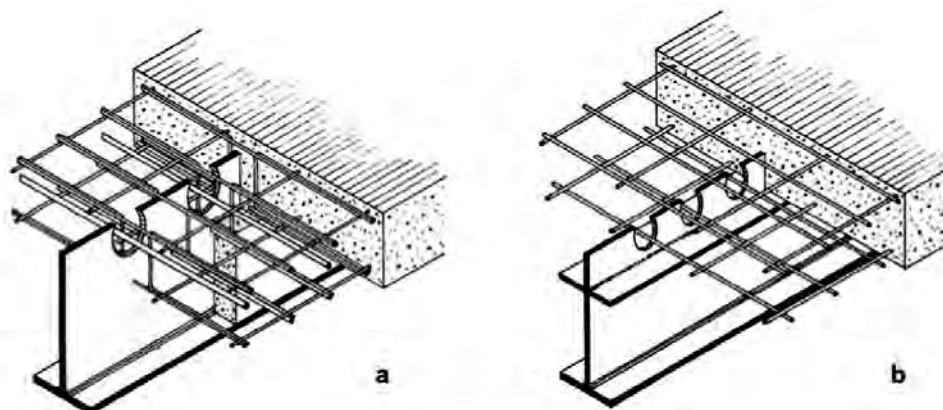


Рис. 5. Конструкция объединения бетона и стали [7]: а) в специальной полосе; б) в стенке балки

Кроме сложности конструкции пирамидального упора (рис. 3, е), возможно снижение усталостной прочности верхнего пояса металлической балки посредством приварки упора [5].

Новый несварной упор (рис. 3, ж), который фиксируется крепежом штыря с помощью строительного монтажного пистолета, был разработан после трудностей сварки гибкого штыря упора через профилированный настил на месте строительства [5].

Вариантом развития конструкции Т-упоров яв-

ляется внедрение в железобетонную плиту верхнего пояса металлической балки (рис. 4).

В последнее десятилетие произошло существенное усовершенствование конструкции упора в виде полосы с отверстиями. Наряду с круглыми отверстиями предложено устраивать также полукруглые открытые вырезы в полосе или же только открытые вырезы в вертикальной стенке без устройства верхнего пояса в металлической балке (рис. 5). В Германии выполнены эксперименталь-

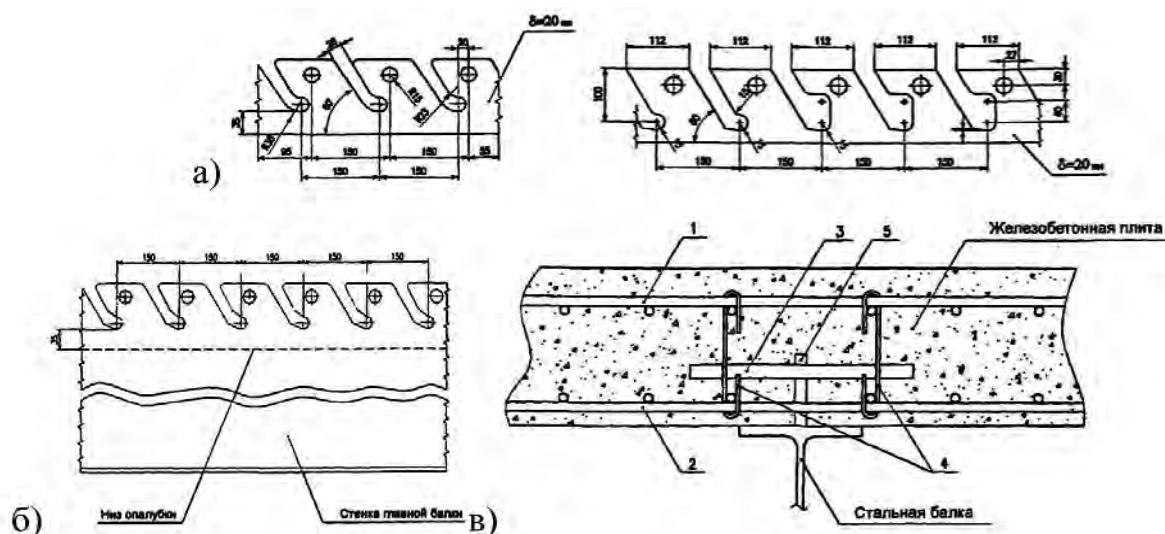


Рис. 6. Конструкция объединения бетона и стали [8]: а) гребенчатая полоса; б) гребенка в стенке балки; в) конструкция стыка: 1 – верхняя сетка арматуры; 2 – нижняя сетка арматуры; 3 – анкерный стержень; 4 – стяжки; 5 – гребенчатый упор

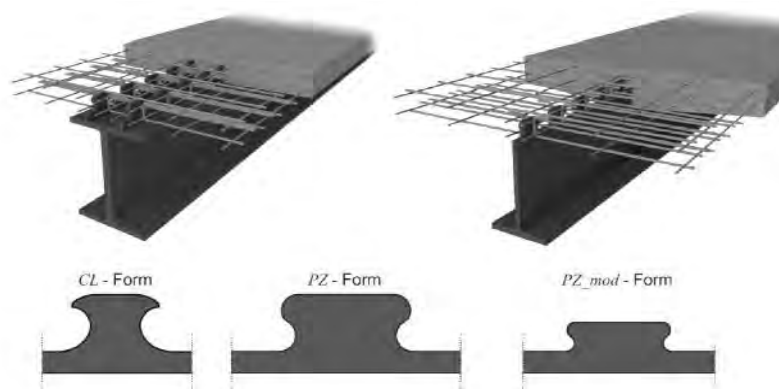


Рис. 7. Применение объединения бетона и стали с (сверху слева) или без (сверху справа) верхнего фланца и исследования в работе геометрии полосы (снизу) [10]

ные исследования указанных двух вариантов конструкции объединения бетона и стали в виде стальной полосы [7].

В России данное решение получило название гребенчатых упоров и свое конструктивное исполнение (рис. 6) [8, 9].

Современные исследования в Германии направлены на изучение формы открытых вырезов в полосе (рис. 7).

Таким образом, наметилась тенденция к применению комбинированных упоров совмещающих положительные стороны как жестких, так и гибких упоров. Перечислим основные преимущества современных конструкций упоров, по сравнению с гибкими штыревыми упорами:

- создают благоприятные условия для равномерного распределения напряжений в бетоне плиты;
- неподвержены деформациям сдвига (работают как жесткие упоры), одновременно обеспечивают упруго-пластический характер работы металла объединенной железобетонной плитой;
- анкерующие арматурные элементы (анкерный стержень, нижняя сетка арматуры) обеспечивают восприятие не только сдвигающих, но и отрывающих усилий равномерно по всей длине балки;

– более технологичны в заводском изготовлении.

Для обеспечения совместной работы металлической части пролетного строения с железобетонной плитой проезжей части нами была предложена новая система дискретно-континуальных связей сдвига [11], которая является продолжением ранее предложенных разработок [12, 13]. Система представлена в виде жестких упоров, выполненных из отрезков двутавровой балки. Для восприятия растягивающих напряжений и препятствию отрыва плиты от металлических балок, упоры в двух уровнях, в поперечном и продольном направлениях объединены между собой арматурными стержнями периодического профиля (рис. 8).

Главным отличием предлагаемой системы является то, что железобетонная проезжая часть не предполагает наличия металлического опорного элемента (рис. 9).

На верхние и нижние стержни, перед бетонированием, укладываются арматурные сетки, являющиеся конструктивной верхней и соответственно нижней арматурой железобетонной плиты.

Цель и постановка задачи. Целью данной работы является апробация технологии возведения сталежелезобетонного пролетного строения на

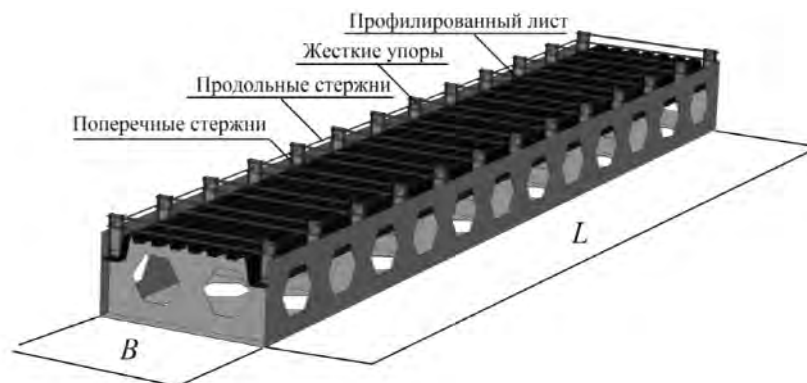


Рис. 8. Дискретно-континуальные связи сдвига [11]

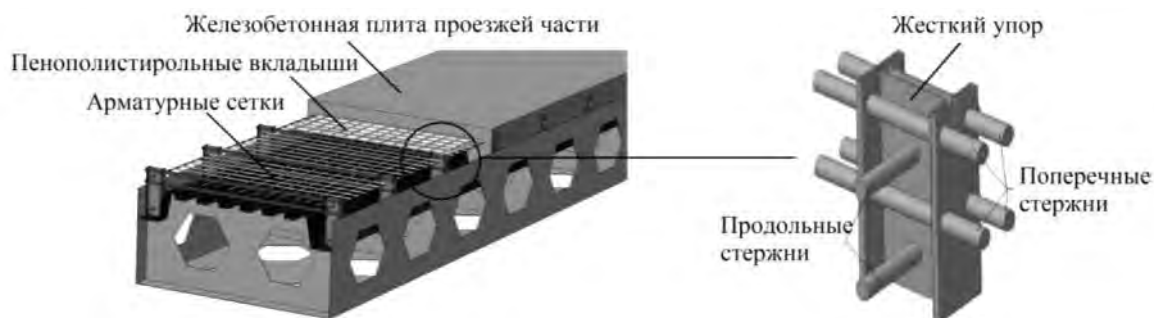


Рис. 9. Общий вид системы дискретно-континуальных связей сдвига [11]

примере капитального ремонта моста через реку Сухой Торец в г. Барвенково.

В основу разработки поставлена задача обработки технологии объединения металлических балок пролетного строения с монолитной железобетонной плитой проезжей части.

Капитальный ремонт сталежелезобетонного пролетного строения. По проекту капитального ремонта были изготовлены на заводе ООО "Стальконструкция ЛТД" (г. Харьков) индивидуальные стальные балки с расчётным пролётом 14 м для разрезного сталежелезобетонного балочного пролетного строения (рис. 10, а-г). Используемая для изготовления металлических балок сталь — марки 15ХСНД. Стенки главных балок, форма которых получена путем зигзагообразного разреза

листового проката и сварки встык по выступам разреза с образованием отверстий, выполнены сквозными. При изготовлении балок использована безотходная технология, получаемая путем разрезки двух одинаковых листов и дальнейшей сварки верхних и нижних частей от разных разрезанных листов (рис. 10, б). Главные балки, поперечные диафрагмы, а также нижний пояс, соединяющий попарно балки, сварены из листового проката с образованием шестиугольных отверстий (рис. 10, 11).

Все металлические части пролетного строения покрывались антикоррозионным покрытием, состоящим из промежуточного лакокрасочного материала Sika Cor 6630 Primer в один слой и покрывного лакокрасочного материала Sika Cor high-solid в два слоя (рис. 10, в).

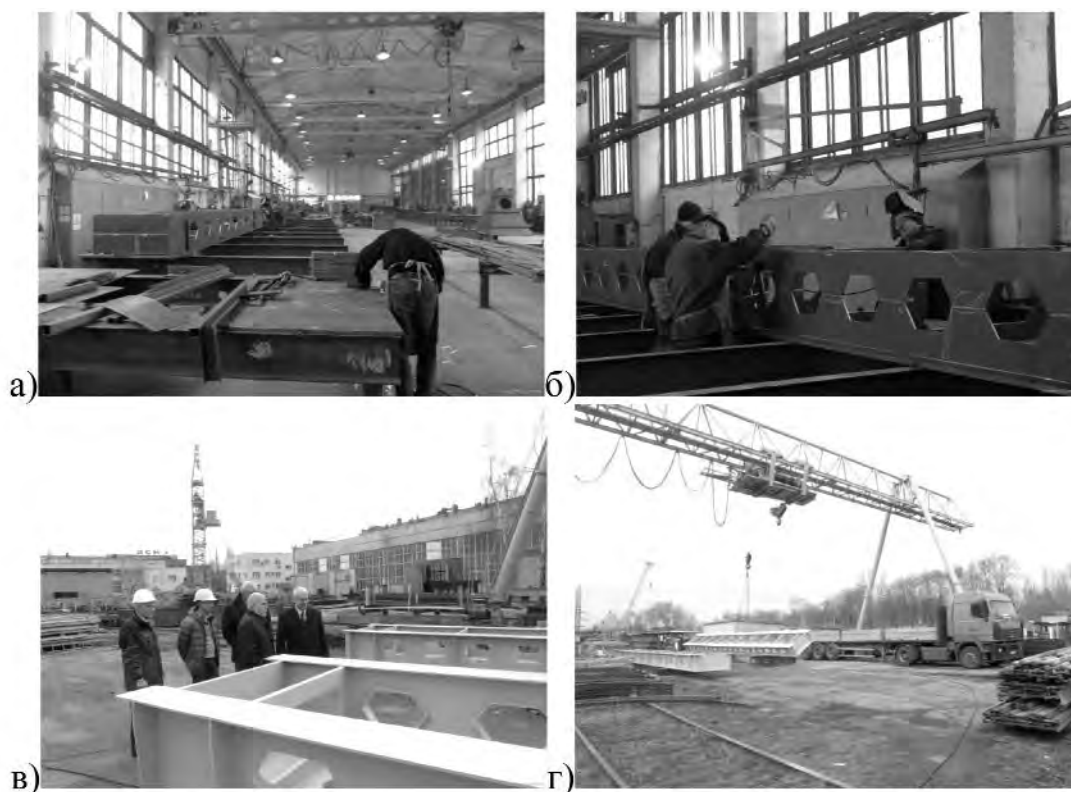


Рис. 10 Технологические этапы изготовления балок сталежелезобетонного пролетного строения моста: а-в — изготовление на заводе; г — погрузка для транспортирования

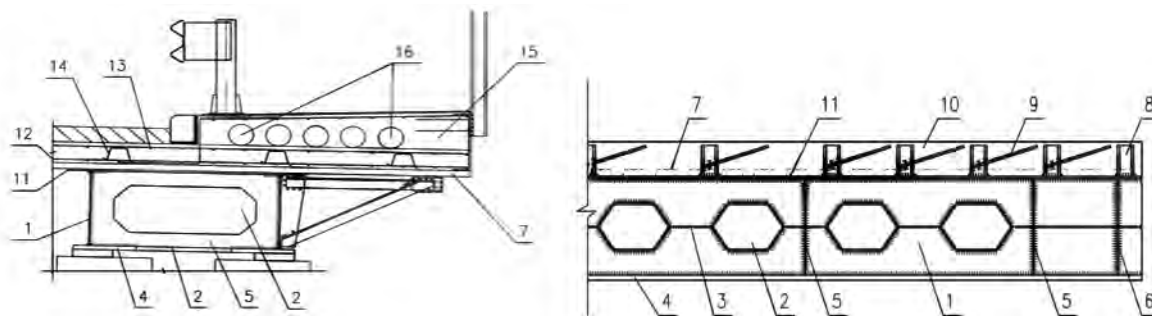


Рис. 11 Конструкция блока пролетного строения моста: 1 – главные балки; 2 – шестиугольные отверстия; 3 – сварной шов; 4 – нижний пояс; 5 – промежуточные диафрагмы; 6 – опорные диафрагмы; 7 – профилированный лист; 8 – жесткий элемент связи сдвига; 9 – гибкий элемент связи сдвига; 10 – железобетонная плита проезжей части; 11 – верхний пояс; 12, 13 – нижняя и верхняя арматурные сетки плиты проезжей части; 14 – хомуты; 15 – тротуарный блок; 16 – неизвлекаемые вкладыши пустообразователи

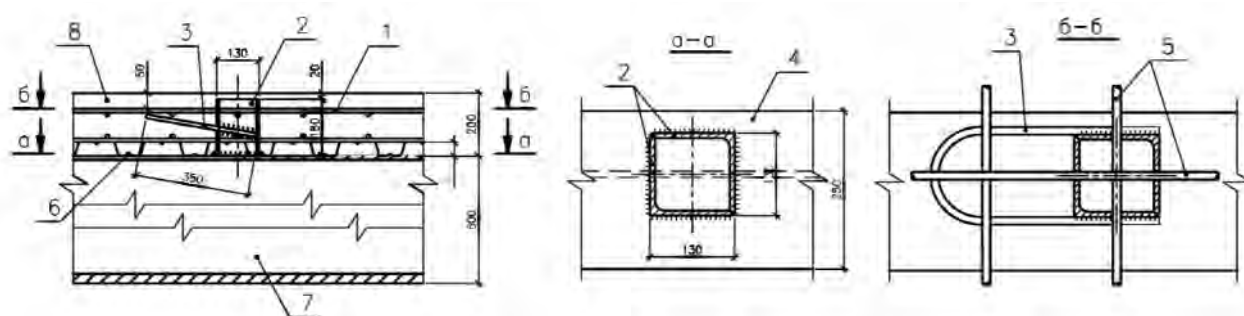


Рис. 12. Конструкция дискретно-континуальные связи сдвига: 1 – арматурный каркас плиты; 2 – жесткий упор из уголков; 3 – арматурный выпуск; 4 – верхний пояс балки; 5 – арматура объединения с упором; 6 – профилированный настил; 7 – главные балки; 8 – железобетонная плита проезжей части

К верхним поясам главных балок приварены вертикально дискретно-непрерывные связи сдвига в виде сваренных в коробку уголков, объединенных с металлическими арматурными стержнями продольного и поперечного направления плиты проезжей части (жесткий элемент) и арматурных петель (гибкий элемент) для обеспечения совместной работы железобетонной плиты и стальных балок (рис. 12).

При капитальном ремонте моста выбор организационно-технологических схем производили на основе применения поточного метода. Сущность поточного метода заключается в организации последовательного, непрерывного и ритмичного производства строительных работ, что дает возможность эффективно использовать материальные и трудовые ресурсы. При поточном методе организации строительства процесс строительного производства расчленяется на отдельные составные части и операции. Исходя из вышесказанного, выделены следующие части: подготовительные работы; демонтаж существующих пролетных строений; ре-

монт опор; установка опорных частей; монтаж пролетных строений; устройство мостового полотна.

Демонтаж существующего железобетонного моста (рис. 13, 14). В одном из центральных пролётов имеются по главным несущим балкам существенные повреждения в виде раскрытых вертикальных трещин, с развитием на полную высоту рёбер. После демонтажа всех элементов дорожной одежды (асфальтобетонного покрытия, тротуарных плит и т.д.) и обнажения верхней поверхности монолитных балок производились работы с применением режущих электроинструментов по отделению демонтируемых балок от общего монолитного участка пролёта с одновременной корректировкой балок по весу для дальнейшего их подъема монтажными кранами с берега.

Процесс отделения балок с их предварительной фиксацией соединительными элементами от несанкционированного смещения из вертикального положения заключается в следующем. В полностью освобождённом от всех элементов дорожной одежды пролёте, на участках устанавливают

временные соединительные элементы ВС-1, выполненные из швеллеров №16 с отверстиями под установку самораспорных болтов, предварительно производится продольная разметка под порезку балок согласно чертежам. В местах, где устанавливаются элементы, выполняется участок прорези длиной до 1000 мм. На этом участке с применением режущего и отбойного инструмента демонтируется участок полки балки и соединительной диафрагмы (в случае её наличия). После этого по привязке устанавливается соединительный элемент, рассверливаются отверстия под саморазжимные болты и элемент ВС-1 закрепляется болтами к балке. Данную операцию выполняли в пределах всего пролета, после чего осуществляли вырезку участков балок и диафрагм между соединительными элементами для полного отделения балок друг от друга. Временные соединительные элементы ВС-1 для демонтируемой балки снимали только после полного застропливания стропами "внатяг". Для демонтажа вырезанных участков использовали кран QY-70K. Общий вес полноразмерного удаляемого железобетонного фрагмента верхнего пояса шириной около 700 мм и длиной около 14 м с оставшимися частями диафрагм составлял не более 3,9 т. При осуществлении поворота крана с вышеуказанными фрагментами, во избежание ава-

рийной ситуации, работники соблюдали границу опасной зоны при работе крана, так как во время перемещения железобетонного фрагмента полки балки могли просто развалиться в воздухе. Общий размер прорези между балками (700 мм) указан, исходя из того, что вес отделённой части монолитной балки при этом может составлять порядка 10,1 т, что является весом, допустимым для демонтажа со стоянки с берега вырезанных балок краном. До привлечения к работе крана LIEBHERR LTM-1160 на 1-м и 2-м этапах было полностью выполнено разделение балок с фиксацией элементами ВС-1. Это дало возможность максимально сократить время возможного простоя указанного механизма.

Перед подъёмом балки краном рекомендуется с монтажной люльки L=4,5 м, подвешенной на полиспасте крана, производить визуальную ревизию доступных посадочных мест демонтируемой балки. Это дало возможность правильно оценить ситуацию по месту и избежать в будущем возникновения возможных неприятных моментов при подъёме железобетонной балки. Для удобства установки тангенциальных опорных частей нижняя подушка временно скреплялась с верхней подушкой через обрезок арматуры. После установки блока на место снималось данное крепление, а нижняя подушка приваривалась к закладной детали

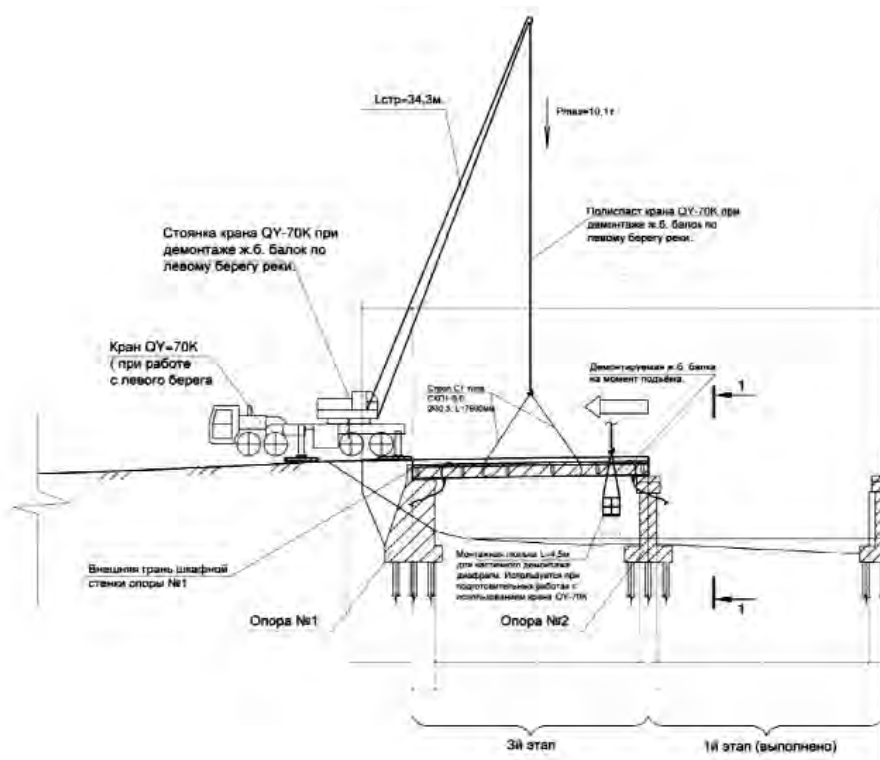


Рис. 13 Демонтаж старых конструкций на 3 этапе в осях 1-2

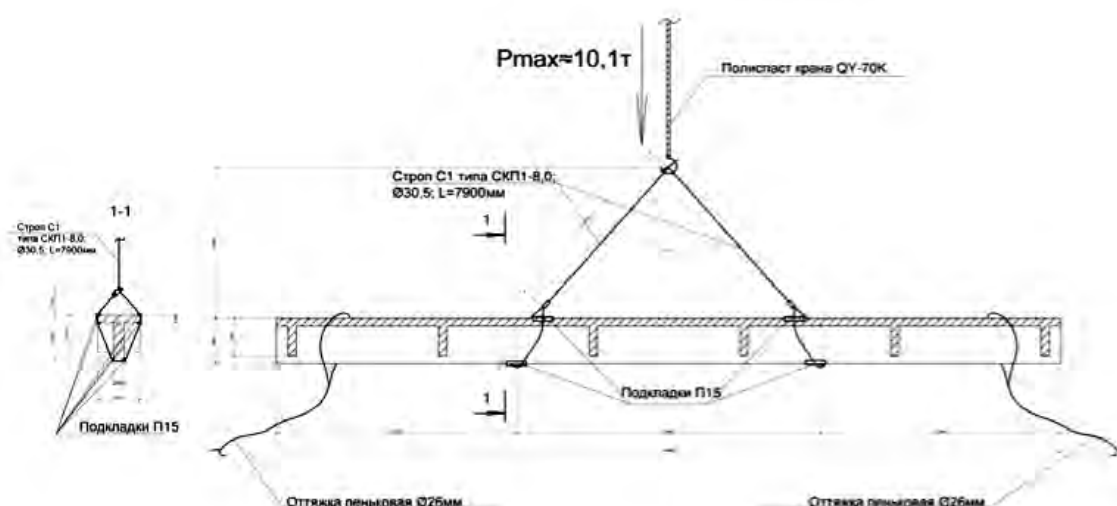


Рис. 14 Строповка демонтируемой балки

опоры. Кроме того, поскольку строповка железобетонной балки производилась стропами "в обкрутку", с монтажной люльки можно более правильно скорректировать положение стропов. Также с люльки, в случае необходимости и во избежание падения вырезанных элементов в реку, можно устанавливать скобы из арматуры в предварительно высверленные отверстия для строповки вырезанных участков в верхней полке балки.

Застропленная балка после подъема и разворота крана укладывалась на свободное место на берегу, где дополнительно разделялась на более мелкие части для транспортировки, либо же сразу погружалась на длинномерный транспорт для отправки на утилизацию.

При установке крана (QY-70К или LIEBHERR LTM-1160) на стоянку, с которой производились демонтажные работы с монолитными балками, учитывалось, что все работы кран производил с одной стоянки, находящейся напротив оси "1" по левому берегу или оси "6" по правому. Поэтому, поскольку в районе выдвигки аутригеров крана LIEBHERR LTM-1160 уже начинался небольшой уклон, в этих местах выполняли установку автодорожных плит с выравнивающей песчаной подсыпкой под плиты.

Монтаж временного моста и перехода (рис. 15). Река Сухой Торец разделяет г. Барвенково на две части, а так как другие пешеходные переходы через реку находятся достаточно далеко, то на период выполнения демонтажных работ на существующем мосту для обеспечения пешеходов с возможностью передвижения из одной части в другую

был устроен временный мост. С этой целью вблизи демонтируемого моста на узком участке реки построен временный мост через реку, представляющий собой металлическую конструкцию пролетом 20 м и шириной 4 м, выполненный из металлических сварных балок и балочной клетки из швеллеров для устройства покрытия по мосту из деревянных досок.

Опорные части временного моста устанавливаются на шпал-балки, которые, в свою очередь ставятся на специально подготовленное основание, выполненное по обе стороны реки. Для устройства временного перехода на участке использовалась дорога из выровненного земляного полотна с песчаной подсыпкой и покрытием из демонтированных с аварийного моста плит и плоских железобетонных фрагментов, пригодных для укладки на песчаный слой в виде покрытия. Кроме того, для перехода через существующие на пути временного перехода коммуникации в виде труб теплоснабжения, устанавливались лестницы с переходными площадками, а для спуска с существующей проезжей части на переход применялись металлические лестницы по типу маршевых. Временный мост, а также все лестницы и переходные площадки на момент эксплуатации имели защитное ограждение, предохраняющее движущихся пешеходов от возможного падения.

Металлическая конструкция временного моста имеет вес около 8 т и доставлялась к месту монтажа на длинномерном транспорте со специальным сопровождением, как негабаритный груз. Перевозка груза таких габаритов вызвана необходимостью

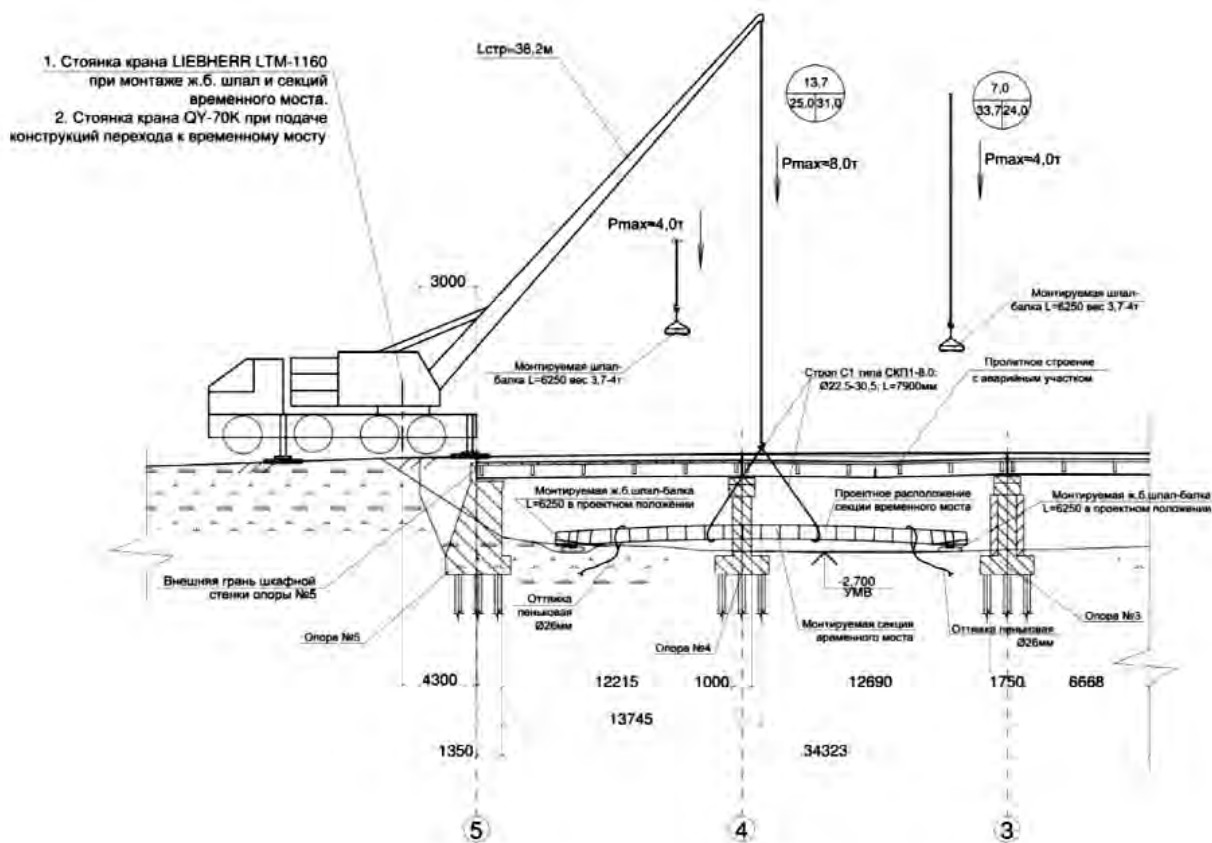


Рис. 15 Монтаж временного моста

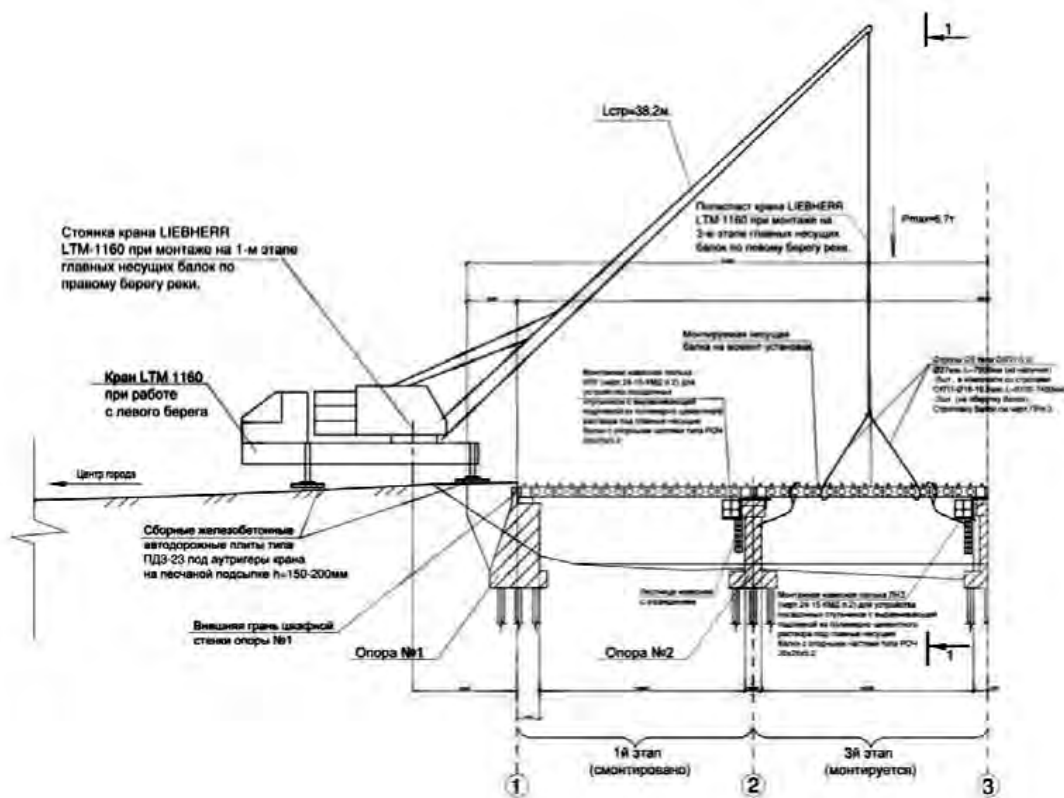


Рис. 16 Монтаж конструкций на 3 этапе в осях 2-3

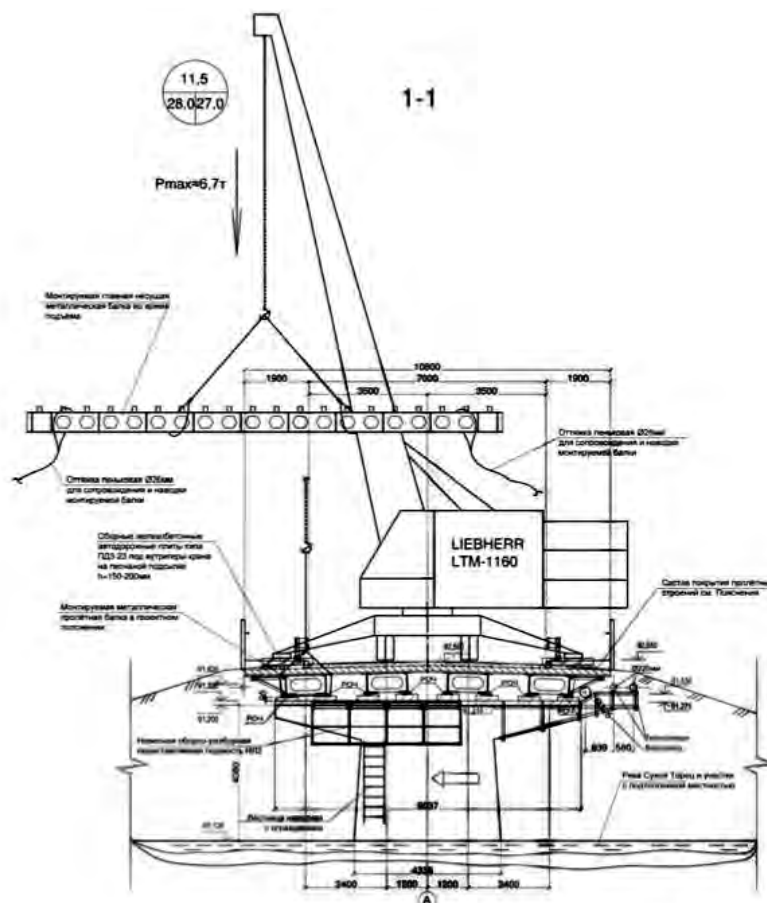


Рис. 17 Монтаж пролетного строения краном LIEBHERR LTM 1160

монтажа конструкции моста целиком, так как сборка подобного сооружения над водой сопряжена с целым рядом сложностей и затруднений. Для монтажа конструкции временного моста целиком со стоянки крана у начала моста применялся тяжёлый кран LIEBHERR LTM 1160.

Конструкции временного перехода (металлические лестницы и т.п.), имеющие относительно небольшой вес, монтировались на объекте гусеничным краном МКГ-25БР со стрелой 18,5 м и клювом 20 м, а также для подачи на дальние расстояния относительно нетяжёлых конструкций применялся кран на специальном шасси QY70K, особенно в случае, если монтаж велся со стороны оси "5".

Работы основного периода (рис. 16, 17). К работам основного периода приступили только после полного завершения работ подготовительного периода. Перед началом монтажа пролётных строений были выполнены мероприятия по восстановлению эксплуатационных свойств существующих опор и конусов, а именно:

- ремонт разрушенных поверхностей опор материалами Sika Monotop-910N и Sika Monotop 612;

- наращивание на существующих устоях моста бортиков шкафной стенки и восстановление подферменников;

- инъектирование трещин тел опор;
 - нанесение защитного покрытия на бетонные поверхности для продления срока эксплуатации;
 - восстановление укрепления конусов;
 - устройство переходных плит проезжей части и тротуаров.

Выполнялись работы по устройству усиления верхнего пояса существующих железобетонных опор и железобетонных подферменников под посадочные места металлических балок пролётного строения. До установки РОЧ (резиновых опорных частей) проверялось качество подферменников опор. Бетонные поверхности опор, включая подферменные площадки, обрабатывались антикоррозийным покрытием Sikagard 550W Elastik, цветом по Ral 7038 в два слоя.

Укрепление откосов конусов выполняется с применением монолитного бетона С16/20, F150, W2 толщиной 100 мм по слою щебня толщиной 100 мм.

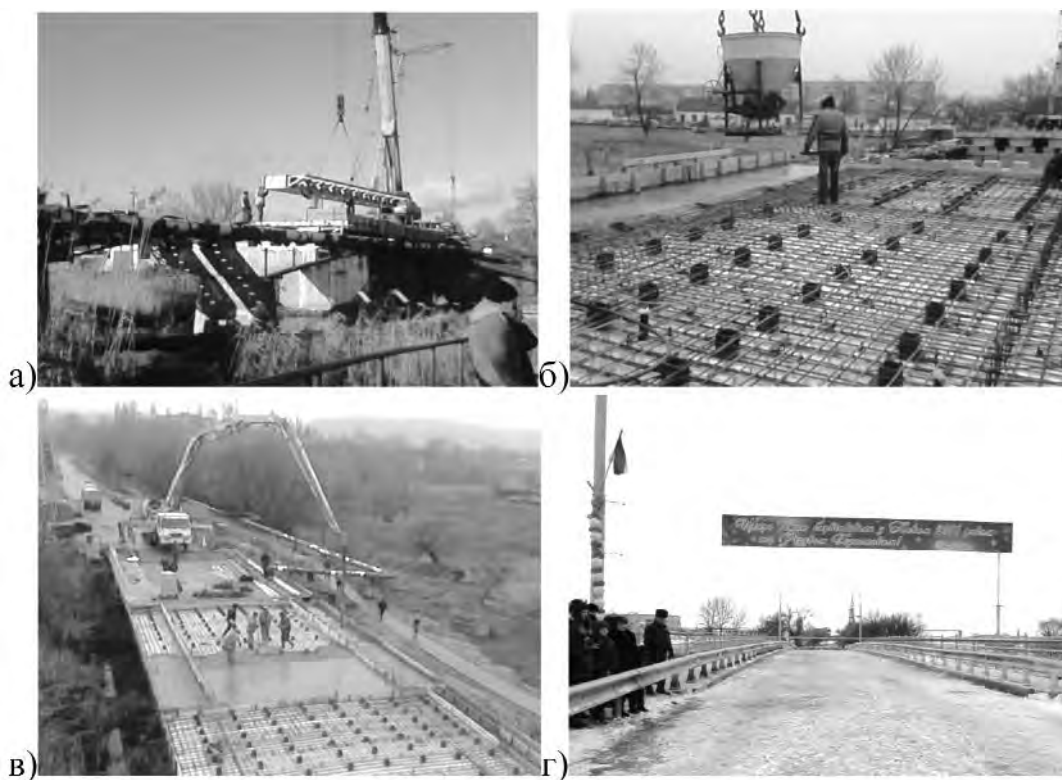


Рис. 18 Технологические этапы строительства сталежелезобетонного пролетного строения моста: а — монтаж пролетного строения; б-в — бетонирование плиты проезжей части; г — барьерное ограждение

Каждое пролётное строение устанавливалось на резинометаллические опорные части РОЧ 20x25x5,2.

Монтаж пролетного строения велся по очереди в первом, четвертом, втором и третьем пролетах (рис. 18, а).

По металлическим пролётным балкам устанавливался профилированный лист НС44-1000-0,7, закрепляющийся на саморезах к верхним полкам металлических балок, и выполнялась установка боковой опалубки под бетонирование. Профилированный лист служил несъемной опалубкой для бетонирования ребристой конструкции железобетонной плиты проезжей части моста. На верхние пояса главных балок через профилированный настил приваривались вертикально дискретно-непрерывные связи сдвига в виде комбинированного упора, имеющего жесткий элемент (швеллер или уголок, сваренный в коробку) и гибкий элемент (выпуски арматуры), объединенные с металлическими арматурными стержнями продольного и поперечного направления плиты проезжей части (рис. 18, б).

Бетон марок С16/20, F150 и W6 подавался бетононасосом для устройства монолитной железобетонной плиты (рис. 18, в). Железобетонная плита проезжей части в конструкции тротуара содержала несъемные вкладыши из пенополистирола. Объединение блоков в единую пространственную систему в виде оболочки выполнено с помощью железобетонной плиты проезжей части и связей по нижним поясам балок.

Выполнение гидроизоляции плиты проезжей части и асфальтобетонного покрытия было перенесено на период со средней положительной температурой не ниже $+10^{\circ}\text{C}$ (рис. 18, г).

Выводы. 1. В совокупности возведенная конструкция представляет собой современную эффективную систему объединения металлических балок с бетоном плиты проезжей части за счет устройства дискретно-непрерывных связей сдвига, применение которой минимизирует общие затраты и трудоемкость процесса строительства сталежелезобетонного пролетного строения. 2. Использование безотходной технологии для создания металлической перфорированной оболочки открывает новые возможности при формировании конструкций, испытывающих заданный вид напряженно-деформированного состояния при минимальном расходе материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. DD ENV 1994-2:2001. Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part: 2 composite bridge.
2. BD 61/10. The Assessment of Composite Highway Bridges and Structures. 2010.
3. Galjaard, H.C., Walraven, J.C. Static tests on various types of shear connectors for composite structures / Connections between Steel and Concrete, edited by R. Eligehausen, Sept. 10-12.2001. Vol. Two. University of Stuttgart, Germany, pp. 1313-1322.
4. Aida Rodera Garcia. Design of Composite Beams Using Light Steel Sections / Proyecto de Vigas Mixtas Empleando Perfiles de Acero Ligero. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ircommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/5594/02.pdf>.
5. Ali Shariati, N. H. RamliSulong, MeldiSuhatri and Mahdi Shariati. Various types of shear connectors in composite structures: A review / International Journal of Physical Sciences. Vol. 7(22), 9 June, 2012. pp. 2876-2890, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.academicjournals.org/IJPS>.
6. Стоян Денков Иванов. Изследване на комбинирани стомано-стоманобетонни греди с вбетонирани горен пояс под действието на статично натоварване. Автореферат на дисертация за присъждане на образователна и научна степен доктор. София 2015. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://uacg.bg/filebank/att_9162.pdf.
7. Ingbert Mangerig, Cedrik Zapfe. Concrete dowels in composite construction. Japanese-German Bridge Symposium, Osaka 2003. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ing-zapfe.com/pdf/publikationen/4_Publication%20concrete%20dowels.pdf.
8. Решетников В.Г. Новые эффективные конструкции сталежелезобетонных пролетных строений мостов: дис. ... кандидата техн. наук: 05.23.01 / Решетников Владимир Григорьевич. – Москва, 2002. – 139 с.
9. ОДМ 218.4.003-2009. Рекомендации по объединению металлических балок с монолитной плитой посредством непрерывных гребенчатых упоров в сталежелезобетонных пролетных строениях мостов. – М: Росавтодор, 2009. – 29 с.
10. Zur Ermüdung von Verbundkonstruktionen mit Verbundbelleisten. Von der Fakultät für Bauingenieurwesen der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Ingenieurwissenschaften genehmigte Dissertation / vorgelegt von Joerg Gallwoszus / Tag der mündlichen Prüfung: 06.10.2014. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://publications.rwth-aachen.de/record/465875/files/465875.pdf>.
11. Круль Ю. Н. Сталежелезобетонное пролетное строение нового типа: дис. ... кандидата техн. наук: 05.23.01 / Круль Юрий Николаевич. – Харьков, 2015. – 260 с.
12. Патент на корисну модель України № 51336, кл. E04D3/24. Металобетонне просторове перекриття / Шмуклер В.С., Бережна К.В., Герасименко В.В., Васіліс Ісмаїл, Калмиков О.О. – Публ. 12.07.2010, Бюл. №13.
13. Патент на корисну модель України № 78056, кл. E04D3/24. Металобетонне просторове перекриття / Шмуклер В.С., Краснова К.С., Краснов С.М., Шуткін М.Б., Шуткін Б.М. – Публ. 11.03.2013, Бюл. №5.

АНОТАЦІЯ

Наведено огляд сучасних рішень щодо об'єднання металевих балок прогонових будов із залізобетонною плитою для сталезалізобетонних мостів. Розглянуто особливості конструкції сталезалізобетонної прогонової будови, застосованої для капітального ремонту мосту через р. Сухий Торець у м. Барвінкове. Розроблено технологію зведення сталезалізобетонної прогонової будови при капітальному ремонті мосту.

Ключові слова: упор, сталезалізобетонна прогонова будова, металева балка, залізобетонна плита.

ANNOTATION

The article gives a review of modern solutions in integrating metal beams span structures with concrete slab for composite bridges. The author describes design features of a composite superstructure applied for the overhaul at the bridge over the river Sukhiy Torets in the town of Barvinkove. The technology of the construction of a composite superstructure with the overhaul of the bridge has been made and evaluated.

Keywords: connector, the composite superstructure, steel beam, concrete slab.