

УДК 624.21.03

О ПРОДЛЕНИИ СРОКА СЛУЖБЫ БАЛОЧНО-КОНСОЛЬНЫХ МОНОЛИТНЫХ МОСТОВ

О.И. Безбабичева, доцент, к.т.н., С.Н. Краснов, ст. преп.,
А.С. Лозицкий, ст. преп., ХНАДУ

Аннотация. Рассматривается возможность продления срока службы балочно-консольных монолитных мостов с подвесными пролётами. Приводятся характерные дефекты и пути их устранения.

Ключевые слова: мосты монолитные, подвесной пролёт, срок службы, восстановление.

ПРО ПODOВЖЕННЯ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ БАЛКОВО-КОНСОЛЬНИХ МОНОЛІТНИХ МОСТІВ

О.І. Безбабічева, доцент, к.т.н., С.М. Краснов, ст. викл.,
А.С. Лозицький, ст. викл., ХНАДУ

Анотація. Розглядається можливість подовження терміну служби балково-консольних монолітних мостів з підвісними прольотами. Наводяться характерні дефекти та шляхи їх усунення.

Ключові слова: мости монолітні, підвісний прольот, термін служби, відновлення.

TO THE PROBLEM OF PROLONGING THE LIFETIME OF BEAM-CONSOLE MONOLITHIC BRIDGES

O. Bezbabicheva, Associate Professor, Candidate of Technical Science,
S. Krasnov, Senior Lecturer, A. Lozitskyi, Senior Lecturer, KhNAHU

Abstract. The possibility of extending the lifetime of console-girder monolithic bridges with a suspended span is considered. The characteristic defects and ways to overcome them are given.

Key words: monolithic bridges, suspension span, repair.

Введение

На дорогах Украины эксплуатируются монолитные железобетонные мосты постройки 1948–1956 гг., в том числе балочно-консольной схемы с подвесными частями пролётов. Ресурс таких сооружений, в соответствии с действующими нормами, выработан, и они формально требуют замены. Однако запасы прочности, заложенные в несущие элементы, капитальность, а также опыт реконструкции (восстановления) подобных сооружений с применением современных материалов позволяют рассчитывать на про-

дление срока службы этих уникальных мостов.

Анализ публикаций

В [1] отмечаются преимущества консольных мостов перед неразрезными. Консольные мосты, благодаря статически определимой схеме, допускают без опасности для сооружения небольшие просадки и передвижки опор. При пролетах свыше 30 м консольные мосты требуют меньшего расхода железобетона, чем неразрезные, вследствие возможности выбора мест расположения шарниров

для более выгодного распределения моментов от постоянной нагрузки вдоль пролета.

Вариант ремонта опорных участков подвесных пролетов с применением специальных разгрузочных устройств и пример усиления опорного столика рассмотрены в [2]. Условия выполнения ремонта по такой схеме требуют закрытия движения по сооружению. В патенте на полезную модель [3] для закрепления узлов опирания подвесок предложены также наклонные тяжи. Недостаток таких решений – их недолговечность.

Цель и постановка задачи

Целью статьи является предложение возможных схем реконструкции (восстановительного ремонта) пролетных строений монолитных балочно-консольных мостов с подвесными частями пролетов. Задача: на основании анализа результатов обследований состояния таких мостов, рассмотрения дефектов и данных о несущей способности элементов предусмотреть возможность продления срока службы и дальнейшего использования монолитных балочно-консольных мостов с подвесными частями пролетов на автомобильных дорогах Украины.

Анализ состояния балочно-консольных мостов с подвесными пролетами по данным обследований

В 1940–1960 гг. на автомобильных дорогах Украины и стран СНГ была построена целая серия монолитных мостов применительно к Техническим условиям Гушосдора НКВД СССР на проектирование искусственных сооружений на автомобильных дорогах, изд. 1943 г. В частности, это мосты по типовому проекту «Союздорпроекта» издания 1947 г. «Сборник типовых проектов железобетонных и каменных искусственных сооружений, вып. 6. Железобетонные балочно-консольные пролетные строения. Пролеты 12, 16, 20, 25 и 30 м. Нагрузки: Н-10 и НГ-60». Особенностью этих балочно-консольных пролетных строений являются подвесные участки (подвески) в промежуточных пролётах, опирающиеся на опорные столики консолей (рис. 1).

Мосты аналогичной конструкции в Харьковской области и на территории Украины неоднократно обследовались в отраслевой научно-исследовательской лаборатории (ОНИЛ) кафедры мостов, конструкций и строительной механики ХНАДУ.

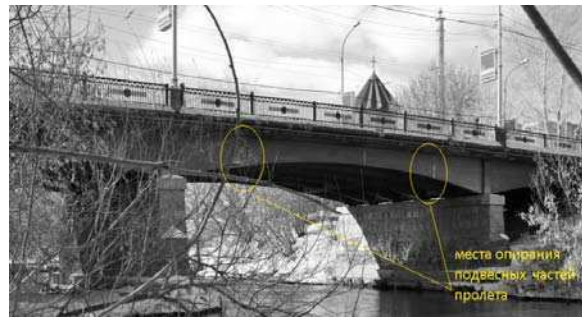


Рис. 1. Балочно-консольный монолитный мост с подвесным пролетом (г. Екатеринбург, р. Исеть)

К наиболее значимым дефектам, влияющим не несущую способность сооружений, можно отнести разрушение бетона опорных столиков в пролетах с подвесками, вплоть до необходимости закрепления таких участков по специальным проектным решениям. Наиболее ярко выражен этот дефект на мосту через р. Орель у с. Пекельне (рис. 2). Мост, построенный в 1949 г., расположен на активно эксплуатировавшейся в период СССР и до 2011 г. трассе Москва–Симферополь–Ялта.



Рис. 2. Закрепление зон опирания подвесок пролета №2 на мосту через р. Орель у с. Пекельне

В 1989 г. при обследовании моста было отмечено полное разрушение столиков опирания подвесного пролетного строения с верхней и нижней стороны в пролете №2. Резиновые опорные части при этом деформировались, частично их выдавило и разрушился бетон опирания. Подвеска (подвесная часть пролета) сдвинулась вдоль моста и просела на величину 9–10 см с верхней стороны и на 5–6 см – с нижней, т.е. произошло заклинивание пролета. Эта ситуация привела к аварийности всего моста. С целью временного усиления узла опирания подвески в пролете №2 было выполнено обетонирова-

ние краевых участков столиков опирания подвески и ее торцов. Однако процесс разрушения узла опирания подвески продолжался, и в 1996 г. в ОНИЛ было выполнено обследование, которое зафиксировало динамику роста разрушения бетона и арматуры, опорных пластин и просадку подвески в пролете №2 в узлах со стороны Харькова. В связи с этим были выданы рекомендации по усилению консолей и подвески в пролете №2. По первому варианту усиление путем добавления арматуры в узлы опирания с бетонированием; по второму варианту рекомендовалось опереть подвесной пролет на металлические опорные консоли. Усиление указанных узлов выполнялось в 1999 г. путем постановки металлических консолей, подвешенных к плите моста. Это решение было предложено и выполнено как временное. За период до 2003 г. произошли значительные изменения и повреждения в одном из четырех узлов опирания подвески. Поэтому в отчете по обследованию моста за 2003 год рекомендовалось рассмотреть вопрос о капитальном усилении конструкций

столиков опирания подвески. В феврале 2008 года в ОНИЛ было выполнено специальное обследование узлов опирания подвесок в пролетах и оценено влияние их состояния на несущую способность моста. Было установлено, что за годы, прошедшие после предыдущего обследования, нормальная эксплуатация моста отсутствовала, предписание о контроле состояния опорных частей на этих участках не выполнялось. Такая эксплуатация привела к тому, что мост был отнесен к 5-му дискретному состоянию и признан аварийным с необходимостью незамедлительного капитального ремонта узлов опирания подвесок. В 2008 г. в существующие балки двутаврового сечения №55 было предложено сварить две двутавровые балки №50 с обрезанными с одной стороны полками. Эти элементы крепятся к существующим балкам №55 на сварке по полкам и на болтах с трубчатыми вставками. Консоль крепится тяжами диаметром 40 мм под углом 45° с закреплением их на верхней части главной балки (рис. 3).

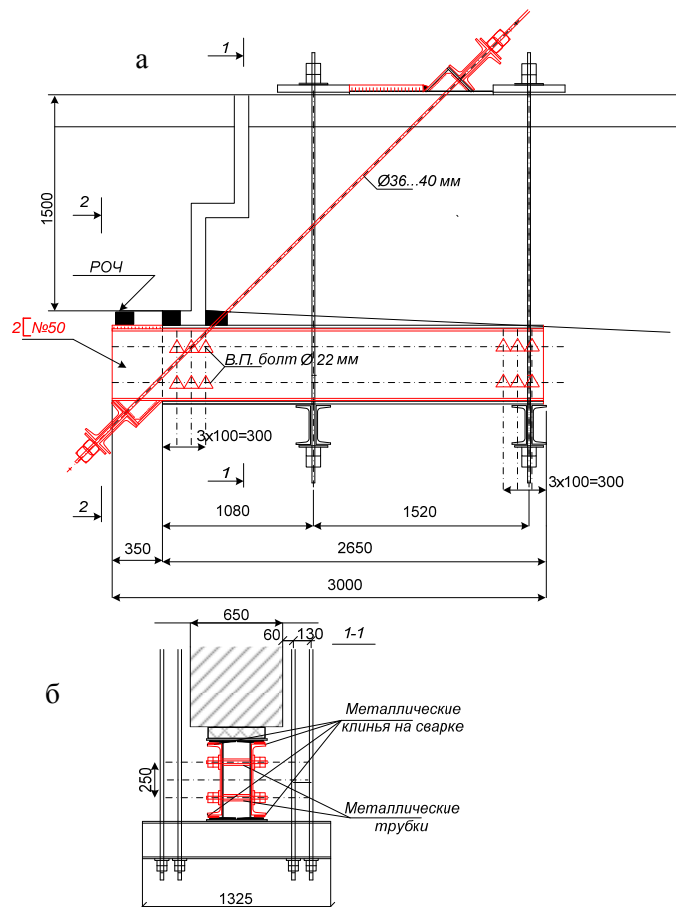


Рис. 3. Конструктивное решение действующего временного крепления зон опирания подвесок на мосту через р. Орель у с. Пекельные: а – общий вид; б – вид сбоку от опоры №2

При любом варианте усиления было рекомендовано поднять подвесной пролет до проектного уровня. После принятия в эксплуатацию нового участка дороги рядом и нового моста настоящий мост предлагалось полностью закрыть на капитальный ремонт с заменой железобетонной подвески в пролете №2 на металлическую. Однако при выполнении работ был принят вариант усиления без поднятия подвески. За прошедший период вопрос о капитальном ремонте опорных частей подвески и консолей не был рассмотрен. Кроме того, в 2008 г. ситуация ухудшилась за счет увеличения толщины асфальтобетонного покрытия по сравнению с проектной, а также увеличения грузоподъемности и интенсивности транспортной нагрузки. По результатам обследований моста в 2012 г., ресурс несущих элементов моста составляет 1 год, при условии ограничения давления на ось подвижных нагрузок и снятия дополнительного слоя асфальтобетонного покрытия.

В 2011 г. в ОНИЛ кафедры мостов, конструкций и строительной механики ХНАДУ было выполнено обследование монолитного ребристого трехпролетного железобетонного моста через р. Уды балочно-консольной системы с подвесной частью в среднем про-

лете. Пролетная схема моста – 8+22,2+33+22,2+8 м. Габарит проезда – 11,71 м. Тротуары – 1,46 и 1,50 м. Длина моста – 93,4 м. Проект этого моста был выполнен в 1952 г. Украинской конторой изысканий и проектирования «Союздорпроект» Гушосдора под проектные нагрузки Н-10 и НГ-60. Мост построен в 1952 году. Отмечено, что данное пролетное строение не вполне соответствует типовым решениям. Так, очертания нижнего пояса главных балок во всех пролетах криволинейное, и балки на всей длине, кроме надопорных участков в центральном пролете, – таврового сечения с шириной нижней полки 54 см. Балочная и подвесная части моста состоят из трех главных балок с расстоянием между осями балок 5 м. Нижняя часть главных балок – уширенная (рис. 4).

При обследовании в зоне тротуарных консолей и плиты крайних балок с низовой и верхней стороны по всей длине моста выявлены сквозные трещины, местами с раскрытием до 20 мм, переходящие в плиту главных балок. Некоторые трещины приближаются к ребрам крайних балок. Такой масштабный дефект был отмечен впервые для подобных сооружений балочно-консольной схемы.

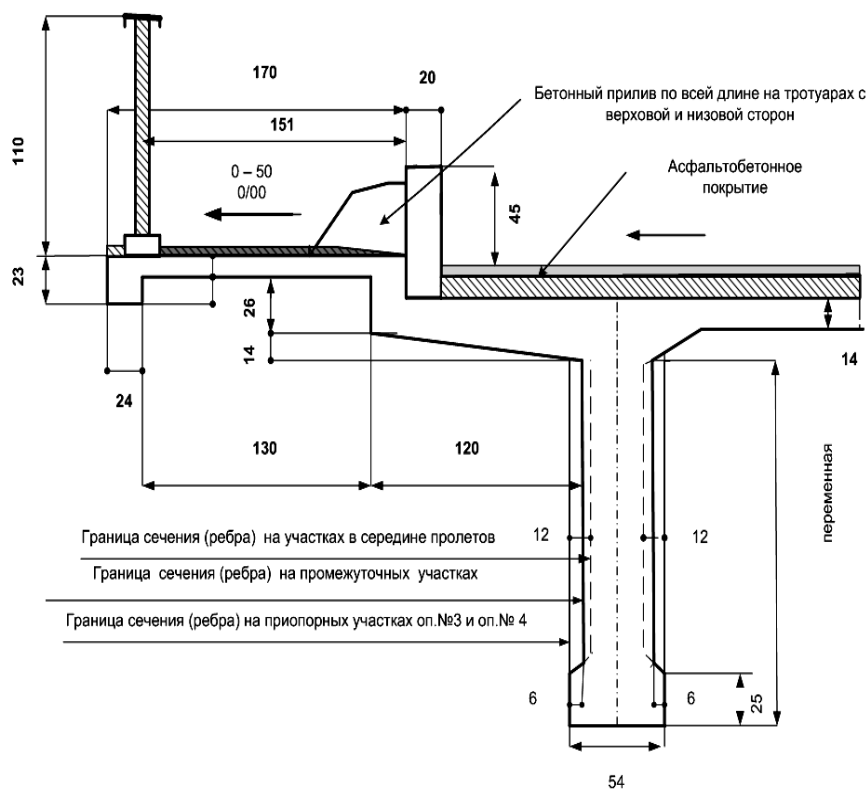


Рис. 4. Очертания главной балки и тротуарной консоли моста через р. Уды по данным замеров

Составлена карта трещин. Трещины расположены по всей длине моста с верхней и нижней стороны через 2,5–5 метра. Более активное их развитие наблюдается в первом и третьем пролетах.

10.11.2011 г. были поставлены три гипсовых маяка на трещины для наблюдения за раскрытием (один – с верхней стороны в пролете №3, а два – с нижней стороны). Достоверную причину появления трещин установить сложно, ввиду отсутствия проектной документации и данных о пропуске сверхнормативных нагрузок. Кроме того, с 1952 г. выполнялись только два обследования моста: в 1989 и 2002 гг. В материалах обследования 1989 г. данных об обнаружении таких трещин нет. Возможен как температурный, так и силовой характер трещин. После появления первичных температурных или силовых трещин могло произойти их интенсивное развитие из-за нарушенного водоотвода с проезжей части, обратных уклонов тротуаров, отсутствия гидроизоляции, совместного воздействия воды, солей, льда и температурных перепадов. Вблизи трещин видны участки увлажненного бетона, сталактиты, потеки выщелачивания, отслоения бетона, следы коррозии арматуры. Кроме того, возможно, появление таких трещин и разрушений связано с недостатком конструкции монолитных тротуаров такого типа. Обследования зоны тротуаров показали, что имеется наклон наружу стоек перильного ограждения, что может быть признаком наклона тротуара. Следует отметить, что типовая ширина тротуаров подобных монолитных мостов составляла 0,75 м. На обследуемом сооружении ширина тротуаров в 2 раза больше. По данным измерений, прочность бетона плиты тротуаров береговой консоли составляет 14,5 МПа (В 28), в зонах трещин: 9 – 10,5 МПа (В18–В20). Был выполнен расчет плиты с учетом фактической прочности бетона. Также на данном сооружении имеются дефекты 1-ой и 2-ой категорий:

- разрушение бетона в узлах опирания подвесного пролёта;
- лишние слои дорожной одежды, повреждение гидроизоляции;
- отсутствие организации водоотвода с проезжей части и, как следствие, ухудшение состояния консолей плиты пролётного строения и фасадных поверхностей главных балок.

Остаточный ресурс сооружения – 1 год. В рекомендациях по содержанию моста через р. Уды отмечено, что увеличить ресурс данного мостового сооружения возможно, если выполнить работы по восстановлению (замене) консольных частей плит пролётных строений с устранением аварийности тротуарных зон, а также устранив дефекты в местах опирания подвесных пролетов. Следует отметить, что опоры указанных мостов массивные, монолитные, на свайном основании, отличаются капитальностью и требуют незначительных восстановительных работ.

Выбор стратегии ремонта

Целью проекта ремонта подобных мостов должно быть восстановление транспортно-эксплуатационного состояния сооружений до уровня, позволяющего обеспечить выполнение нормативных требований к их потребительским свойствам в период до очередного ремонта при интенсивности движения, не превышающей расчётную для данной категории автомобильной дороги. Особенности технического состояния сооружений в виде нарушения герметичности швов и частичного разрушения бетона узлов опирания подвесных пролётов, повреждения бетона консолей железобетонного пролётного строения, несоответствие ограждения проезжей части действующим нормативам, провалы плит сопряжения моста с насыпями и др. позволяют предложить схему продления срока службы мостов данной группы:

- организуется временный проезд автотранспорта по второму, построенному рядом мосту, а при его отсутствии разрабатывается схема объезда;
- устройство временных подъездных дорог и подмостей;
- снятие старой дорожной одежды на мосту, на сопряжении моста с насыпью;
- срубка существующих железобетонных консолей пролётного строения;
- изготовление и монтаж траверсы;
- подъём подвесного пролёта, его ремонт и ремонт опорных площадок с применением современных технологий и материалов, установка пролёта на опорные части;
- ремонт с подмостей рёбер главных балок (очистка арматуры, восстановление защитного слоя с применением современных материалов);

– устройство монолитной железобетонной плиты с одновременным устройством консолей и с установкой закладных деталей для ограждения проезжей части;

– выполнение сопряжения моста с насыпью (разборка существующего сопряжения, устройство оснований и опорных площадок, укладка новых переходных плит);

– устройство гидроизоляции и дорожной одежды на мосту;

– на подвесном пролёте устраиваются деформационные швы закрытого типа, над узлами сопряжения с переходными плитами – щебёночно-мастичные швы;

– устройство защитного сливного козырька по краю пролётных строений;

– устройство пешеходного прохода, перильного ограждения и ограждения проезжей части.

Реконструкция сооружения осуществляется с закрытием движения автотранспорта по существующему участку дороги. На время ремонта граница работ огораживается. Положительный опыт ремонта (реконструкции) балочно-консольных мостов с подвесными пролётами имеется, например, в России (мост через р. Колокша, мост через р. Протва и др.). Продолжительность ремонта составит 4–6 месяцев для мостов длиной 80–90 м и при габарите проезда 7 м.

Выводы

Продление срока службы и дальнейшее использование монолитных балочно-консольных мостов с подвесными частями пролетов на автомобильных дорогах Украины возможно, при условии отказа от принципов временных решений в пользу стратегий ремонта, позволяющих восстановить транспортно-эксплуатационное состояние сооружений. В противном случае эти уникальные мосты будут потеряны.

Литература

1. Поливанов Н.И. Железобетонные мосты на автомобильных дорогах (Проектирование и расчет) / Н.И. Поливанов. – М.: Изд-во автотранспортной лит-ры, 1956. – 624 с.
2. Содержание и ремонт мостов и труб на автомобильных дорогах / К.В. Гайдук, С.А. Мусатов, С.Э. Озе, Н.Д. Пospelов. – М.: Транспорт, 1976. – 167 с.
3. Пат. № 70829 Украина. Способ ремонта железобетонных мостов консольного типа / Кислов А.Г., заявитель и патентообладатель Кислов А.Г., Бильченко А.В., Краснов С.Н., Лозицкий А.С. – U 201114789 ; заявл. 13.12.2011; опубл. 25.06.2012. Бюл. №12.

Рецензент: В.В. Филиппов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 3 сентября 2012 г.