

ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ БАЛОЧНЫХ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ДОНБАССА

Е. В. Горохов, В. Ф. Муцанов, А. Н. Миронов, А. М. Алехин, Е. А. Дмитренко, А. С. Волков
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»



*Горохов
Евгений Васильевич*



*Муцанов
Владимир Филиппович*



*Миронов
Андрей Николаевич*



*Алехин
Андрей Михайлович*



*Дмитренко
Евгений Анатольевич*



*Волков
Андрей Сергеевич*

Аннотация. Выполнен анализ повреждаемости балочных мостовых сооружений на автодорогах Донбасса, которые в процессе своей эксплуатации или боевых действий получили дефекты и повреждения, значительно ухудшающие их эксплуатационные качества при пропуске автомобильного транспорта (несущая способность пролетных строений и опор, жесткость пролетных строений, безопасный пропуск транспортных средств и пешеходов). Результаты исследований могут быть использованы для прогнозирования остаточного ресурса и разработки мероприятий по дальнейшей эксплуатации мостовых сооружений.

Ключевые слова: мост, путепровод, промежуточная опора, устой, пролетное строение, балочная разрезная схема, балка, обследование, дефект, повреждение, грузоподъемность, ремонт, восстановление несущей способности.

ВВЕДЕНИЕ

Дорожные искусственные сооружения для пропуска транспорта должны удовлетворять производственные, эксплуатационные, расчетно-конструктивные, экономические и архитектурные требования.

Производственными и эксплуатационными требованиями предусматривается обеспечение удобного и безопасного движения по мостовому сооружению без снижения скорости. Ширина проезжей части и тротуаров сооружения должна соответствовать расчетной пропускной способности с учетом перспективы роста интенсивности движения. Полотно проезжей части должно быть устроено из прочного износостойкого материала. Необходим хороший отвод воды с поверхности полотна. Все сооружения должны иметь конструкцию с длительным сроком службы и удобную для осмотра в процессе эксплуатации.

Расчетно-конструктивные требования направлены на то, чтобы сооружение в целом и отдельные его элементы были прочными, устойчивыми и жесткими.

Необходимо также учитывать срок службы, эксплуатационные условия, расходы на содержание,

ремонт и возможную реконструкцию сооружения. Кроме того, необходимо оценивать имеющиеся местные ресурсы и возможности, а также общие народнохозяйственные условия, влияющие на выбор экономически обоснованного варианта.

Для условий Донбасса строительство объектов, в частности, транспортных сооружений мостового типа, зачастую производится в сложных инженерно-геологических и горно-геологических условиях, характеризующихся:

- участками со значительной толщиной насыпных грунтов техногенного характера с низкими прочностными и деформационными характеристиками;

- практически повсеместным присутствием суглинистых и глинистых грунтов в качестве оснований с низкими физико-механическими и деформационными характеристиками (угол внутреннего трения, удельное сцепление, модуль деформации грунтов);

- просадочными грунтами, при замачивании которых возникает значительная дополнительная просадка основания под подошвами фундаментов;

- значительным повышением уровня грунтовых вод, вплоть до поверхности, вызванных верховодкой от атмосферных осадков и шахтными водами (которые по тем или иным причинам не откачиваются из закрытых и неработающих угольных шахт), что отрицательно сказывается на несущей способности оснований;

- подрабатываемыми территориями от разработок угольных пластов и, как следствие, возникновением мульд сдвижения с появлением вертикальных, горизонтальных деформаций и наклонов земной поверхности.

В связи с этим большинство мостов и путепроводов на автодорогах Донбасса выполнены из сборных железобетонных конструкций, работающих по балочной разрезной схеме, осадки опор которых не вызывают дополнительных усилий в конструкциях.

В современных социально-экономических условиях развития экономики Донбасса стоит острая проблема модернизации и восстановления транспортной инфраструктуры, в том числе на территориях, пострадавших от боевых действий. Поврежденные или разрушенные транспортные сооружения мостового типа затрудняют или полностью блокируют перемещение транспорта, нарушают транспортную инфраструктуру и, как следствие, приносят значительный экономический ущерб государству. В соответствии с [4] пролетные строения и опоры сооружений мостового типа относятся к объектам повышенного класса ответственности СС2 и СС3. В настоящее время актуальной задачей является разработка современных подходов, обеспечивающих быстрое восстановление и реконструкцию транспортных сооружений, поврежденных в процессе эксплуатации и вследствие

боевых действий в Донбассе. В свою очередь, это вызывает необходимость в разработке экономически эффективных конструктивных и технологических решений по восстановлению разрушенных и строительству новых транспортных сооружений (в первую очередь мостовых сооружений).

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Большинство строительных объектов промышленного и гражданского назначения Донбасса находится в эксплуатации более 50 лет, что превышает нормативные сроки их службы [9]. Установление новых обоснованных пределов безопасной эксплуатации строительных объектов, а также обеспечение условий нормальной эксплуатации зданий и сооружений требует комплексного инженерного обследования конструкций с квалифицированной оценкой их технического состояния [7, 8].

Важными факторами, оказывающими существенное влияние на скорость износа конструкций строительных объектов, являются агрессивные и температурно-влажностные воздействия климатической и технологической сред, которые существенно влияют на НДС конструкций, их повреждаемость и ремонтпригодность [5, 9]. Дополнительным фактором, влияющим на надежность эксплуатируемых строительных конструкций, являются дефекты и повреждения, полученные зданиями и сооружениями в ходе боевых действий.

В настоящее время на территории городов и районов Донбасса имеется 221 дорожное сооружение. Для мостовых сооружений, эксплуатирующихся на автомобильных дорогах, определение фактической грузоподъемности и остаточного ресурса с учетом их усталостного износа и повреждений на основе анализа НДС конструкций с применением действующих норм проектирования является на сегодняшний день наиболее актуальной задачей.

ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ И ОПОР МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ БАЛОЧНОГО ТИПА В УСЛОВИЯХ ДОНБАССА

В процессе эксплуатации в стальных пролетных строениях мостовых сооружений возникают и развиваются следующие виды дефектов:

- расстройство заклепочных соединений;
- дефекты болтовых соединений;
- дефекты сварных швов;
- местные деформации элементов;
- усталостные разрушения;
- коррозия металла;
- механические повреждения.

Местные деформации (погнутости, вмятины, пробоины, выпучивание стенки и др.) в продольных, поперечных балках и вертикальных элементах возникают при недостаточной их жесткости или действии случайных сил большой величины.

Для стальных разрезных мостовых балок составного сечения толщина стенки не менее 10 мм делает конструкцию устойчивой к влиянию локальных геометрических несовершенств в виде вмятин и хлопунков и допускает несовершенства с параметрами, превышающими предельно допустимые [10, 11].

В сталежелезобетонных пролетных строениях возникают дефекты и повреждения, свойственные и стальным, и железобетонным конструкциям. Так, например, для городского моста через реку Кальмиус по проспекту Ильича в г. Донецке (рис. 1) по результатам обследования были обнаружены значительные дефекты и повреждения, которые образовались в течение 66 лет эксплуатации данного сооружения.

Мост расположен на прямой в плане, а в продольном профиле — на выпуклой вертикальной кривой.

Устои моста — массивные, из монолитного железобетона на свайном фундаменте с обратными стенками, над которыми устроены малые архитектурные формы. Промежуточные опоры моста — массивные, из монолитного железобетона.

Опорные части под несущими конструкциями пролетных строений моста — металлические, стальные. Неподвижные опорные части береговых пролетных строений (шарнирно неподвижные опоры) — тангенциальные и установлены на устоях. Подвижные опорные части береговых пролетных строений (шарнирно подвижные) выполнены из катков диаметром 150 мм. Неподвижные опорные части центрального пролетного строения (шарнирно неподвижные опоры) балансирующего типа, установлены на опоре № 4. Подвижные опорные части центрального



Рис. 1. Общий вид моста через р. Кальмиус по проспекту Ильича в г. Донецке

пролетного строения (шарнирно подвижные опоры) выполнены из катков диаметром 320 мм на опорах № 3, 6 и диаметром 420 мм на опоре № 5. На опоры № 4, 5 непосредственно опираются только шесть из восьми балок пролетного строения. Две средние балки опираются на домкратные балки.

Пролеты моста перекрыты 3-х-пролетными балочными неразрезными сталежелезобетонными пролетными строениями двух типов:

— в береговых пролетах (0-1-2-3 и 6-7-8-9) по схеме 15,68 + 16,0 + 17,06 (м);

— в центральных пролетах (3-4-5-6) по схеме 33,84 + 37,6 + 33,84 (м).

Главные балки пролетных строений — клепанные, двутаврового сечения. Высота стенки балок составляет 1120 мм для береговых пролетных строений и 1420 мм для центрального пролетного строения. Сечение поясов переменное по длине пролета, изменение достигается за счет постановки дополнительных поясных листов в зонах наибольших изгибающих моментов. По механическим характеристикам и химическому составу металл балок пролетного строения наиболее близок к мостовой стали М16С. В поперечном сечении каждого пролетного строения моста установлено восемь главных балок с шагом 2,0 м и 3,4 м. Продольная, поперечная жесткость, геометрическая неизменяемость и пространственная работа пролетного строения достигаются за счет установки:

— системы продольных связей по нижним поясам главных балок из прокатных уголков;

— системы поперечных связей между главными балками из прокатных уголков;

— железобетонной плиты проезжей части, образующей жесткий горизонтальный связевой диск.

Толщина железобетонной монолитной плиты проезжей части составляет 160 мм (в пролете между балками). Объединение плиты проезжей части с главными балками в одно монолитное сталежелезобетонное сечение осуществляется при помощи жестких упоров из стальных уголков \perp 150×100×10 с шагом от 750 мм до 850 мм в береговых пролетных строениях и от 850 до 900 в центральном пролетном строении.

Тротуарные участки монолитной плиты проезжей части имеют полигональный контур и образуют коммуникационные ниши под тротуарами. Вдоль фасадных граней консольные участки плиты тротуаров поддерживаются продольными балками из двутавра № 45, которые опираются на концы стальных кронштейнов из уголкового проката.

Длина моста (по задним граням устоев) составляет 206,0 м, габарит моста по схеме Г-14 + 2×3,0 (м), подмостовой габарит — 3,0 м. Отверстие моста — 192,0 м. Мост был запроектирован на нормативные временные нагрузки Н-13 и НГ-60, построен

в 1951 году по проекту треста «Проектстальконструкция», г. Москва, в зоне горных подработок.

Водоотвод с проезжей части моста предусмотрен за счет поперечных уклонов мостового полотна проезжей части к бордюрам и через водоотводные трубки под мост со сбросом вод в р. Кальмиус. Водоотвод из деформационных швов не предусмотрен.

По результатам обследования были обнаружены следующие основные дефекты и повреждения.

В железобетонных конструкциях промежуточных опор и устоев:

– вертикальные трещины в железобетонных подпорных стенах с раскрытием до $a_{ср}$ – 20...30 мм (рис. 2);



Рис. 2. Вертикальные трещины в железобетонной подпорной стене раскрытием до $a_{ср}$ – 20...30 мм. Обширные по площади участки растрескивания, отслаивания и обрушения слоя оштукатуривания поверхностей железобетонной подпорной стены (со стороны опоры № 0)

– разрушения защитного слоя бетона подпорных стен и опор моста, оголение и коррозионный износ арматуры до 5...10 % площади поперечного сечения;

– локальные участки разрушения бетона опор моста на глубину до 40 мм, оголение и коррозионный износ арматуры до 15 % площади поперечного сечения (рис. 3);

– участки отслаивания и обрушения элементов каменной облицовки опор моста;

– обширные по площади участки растрескивания, отслаивания и обрушения слоя оштукатуривания поверхностей железобетонной подпорной стены.

Техническое состояние конструкций подпорных стен и опор моста на период проведения обследования оценивалось для подпорной стены со стороны опоры № 0 как непригодное к нормальной эксплуатации (3-я категория), а для опоры и подпорной стены со стороны опоры № 9 – как удовлетворительное (2-я категория).



Рис. 3. Локальные участки разрушения бетона опор моста на глубину до 40 мм, оголение и коррозионный износ арматуры до 15 % площади поперечного сечения. Растрескивание, отслаивание и обрушение слоя оштукатуривания поверхностей железобетонных опор (опора № 9)

В конструкциях опорных частей пролетного строения:

– интенсивная коррозия деталей опорных частей на береговых опорах №№ 0, 3, 9;

– опорные части на опоре № 1 (шарнирно-подвижные опоры – катки) частично погружены в слой бетона, вследствие чего нарушается их свободное горизонтальное перемещение как подвижных опор вдоль продольных осей балок при воздействии нагрузок на пролетное строение моста;

– опорные части на опорах №№ 3, 6 (шарнирно-подвижные опоры – катки) имеют отклонения от вертикали, превышающие допустимые (рис. 4).

Техническое состояние конструкций опорных частей главных балок пролетного строения на период проведения обследования оценивалось как непригодное к нормальной эксплуатации (3-я категория).



Рис. 4. Отклонение катков от вертикали на угол, превышающий допустимый



Рис. 5. Сквозные разрушения бетона монолитной железобетонной плиты проезжей части, оголение и коррозионный износ арматуры до 60 % площади поперечного сечения



Рис. 6. Сквозные разрушения бетона монолитной железобетонной плиты тротуарного блока, оголение и коррозионный износ арматуры до 100 % площади поперечного сечения, обрывы оголенной арматуры



Рис. 7. Коррозионный износ (до 30 %) приопорных участков главных балок в пролетах 0-1; 1-2; 2-3, 3-4, 4-5, 5-6

В монолитной железобетонной плите проезжей части:

- недостаточная величина защитного слоя бетона (дефект изготовления), коррозионные повреждения арматуры со следами коррозии на поверхностях плиты;
- разрушения защитного слоя бетона, оголение и коррозионный износ арматуры до 10 % площади поперечного сечения;
- участки разрушения бетона нижней поверхности плиты на глубину до 60 мм, оголение и коррозионный износ арматуры до 30 % площади поперечного сечения;
- сквозные разрушения бетона плиты, оголение и коррозионный износ арматуры до 60 % площади поперечного сечения (рис. 5);
- локальные участки недоуплотненного пористого бетона монолитной плиты проезжей части;
- сколы бетона в плите на глубину до 20 мм и коррозионный износ арматуры до 5...10 % площади поперечного сечения;
- выщелачивание бетона со следами высолов и образованием соляных наростов на поверхностях железобетонных конструкций;
- поперечные трещины в плите с раскрытием до $a_{кр}$ – 1...2 мм.

Техническое состояние конструкций монолитной железобетонной плиты проезжей части по всей длине моста на период проведения обследования оценивалось как непригодное к нормальной эксплуатации (3-я категория).

В монолитной железобетонной плите тротуаров:

- разрушения бетона плиты на глубину до 50 мм, оголение и коррозионный износ арматурных стержней до 40...50 % площади поперечного сечения;
- разрушения бетона на глубину до 80 мм, оголение и коррозионный износ арматуры до 100 % площади поперечного сечения, обрывы оголенной арматуры;
- сквозные разрушения бетона плиты, оголение и коррозионный износ арматуры до 100 % площади поперечного сечения, обрывы оголенной арматуры (рис. 6);
- участки разрушения бетона торцевых частей тротуаров на глубину до 80 мм, оголение и коррозионный износ стержней продольной и поперечной арматуры до 60 % площади поперечного сечения;
- выщелачивание бетона со следами высолов и образованием соляных наростов на поверхностях железобетонных конструкций.

Техническое состояние конструкций монолитной железобетонной плиты двусторонних тротуаров по всей длине моста на период проведения обследования оценивалось как аварийное (4-я категория).

В металлических конструкциях пролетного строения:

– разрушение шва (контакта) объединения стальных главных балок пролетного строения с железобетонной плитой проезжей части во всех пролетах 0...9;

– коррозионный износ (до 30 %) приопорных участков главных балок в пролетах 0-1; 1-2; 2-3, 3-4, 4-5, 5-6 (рис. 7);

– интенсивная коррозия (до 50–70 % потери площади поперечного сечения, местами со сквозной коррозией и 100 % потерей сечения) вертикальных и горизонтальных связей между главными балками – в зонах водоотвода с мостового полотна во всех пролетах 0...9 (рис. 8);

– интенсивная коррозия (до 30 % потери площади поперечного сечения) верхних поясов наружных главных балок Б1 и Б8 в пролетах 2-3, 6-7, 7-8, 8-9 (рис. 9);

– сквозная коррозия нижнего пояса наружных главных балок Б1 и Б8 в пролетах 5-6, 7-8, 8-9;

– интенсивная коррозия стальных кронштейнов и балок, поддерживающих монолитную железобетонную плиту тротуаров, – местами до 100 % (рис. 10);

– разрушение защитного лакокрасочного покрытия на главных балках и элементах связей во всех пролетах.

Техническое состояние конструкций металлических конструкций пролетного строения моста на период проведения обследования оценивалось как непригодное к нормальной эксплуатации (3-я категория).

Техническое состояние конструкций мостового полотна оценивалось как непригодное к нормальной эксплуатации (3-я категория), вследствие: повреждений асфальтобетонного покрытия в зонах деформационных швов, многочисленных повреждений дорожного полотна тротуаров, увеличенной толщины асфальтобетонного покрытия полотна проезжей части по сравнению с нормативными значениями на 20...60 мм, высоты колесоотбойного ограждения проезжей части (350...400 мм) более чем в два раза меньше нормативной высоты (900 мм) и разрушения гидроизоляции мостового полотна.

Техническое состояние электроосвещения и инженерных коммуникаций, пропускаемых через мост, оценивалось как удовлетворительное (2-я категория).

Техническое состояние системы водоотведения моста оценивалось как непригодное к нормальной эксплуатации (3-я категория) вследствие: уменьшения поперечных уклонов покрытия проезжей части ниже нормативных значений, скопления на покрытии наносного мусора, замусоривания водоотводных трубок, попадания воды на нижележащие металлические и железобетонные конструкции,



Рис. 8. Интенсивная коррозия (до 50–70 % потери площади поперечного сечения, местами со сквозной коррозией и 100 % потерей сечения) вертикальных и горизонтальных связей между главными балками



Рис. 9. Интенсивная коррозия (до 30 % потери площади поперечного сечения) верхних поясов главных балок в пролетах 2-3, 6-7, 7-8, 8-9



Рис. 10. Интенсивная коррозия стальных кронштейнов и балок, поддерживающих монолитную железобетонную плиту тротуаров, – местами до 100 % во всех пролетах 0...9



Рис. 11. Общий вид железобетонного моста на автодороге Т-05-08 Донецк – Новоазовск – Седово, км 54+655



Рис. 12. Разрушение защитного бетона с оголением несущей арматуры и ее коррозия в растянутой зоне балочных элементов пролетных строений



Рис. 13. Обрыв несущей преднапряженной арматуры в растянутых зонах балочных элементов пролетных строений

отсутствия системы водоотвода в деформационных швах, отсутствия водоотвода с полотна тротуаров.

Техническое состояние сопряжения моста с подходами, участков сопряжения проезжей части дороги с ездовым полотном моста и пешеходных дорожек с тротуарами моста оценивалось как удовлетворительное (2-я категория).

По результатам обследования несущих конструкций моста с учетом полученных дефектов и повреждений был произведен расчет его реальной грузоподъемности, которая на данный момент времени не позволяет пропуск по мосту современных транспортных средств, регламентируемых нормами [1]. Максимальный коэффициент перегруза пролетного строения при пропуске транспортных средств типа А-15 и НК-100 по [1] составил 3,08 (от чрезмерного раскрытия трещин в растянутой зоне монолитной плиты проезжей части над промежуточными опорами).

Для железобетонных мостовых сооружений, которые не были повреждены вследствие боевых действий (мост на автодороге Т-05-08 Донецк – Новоазовск – Седово, км 54+655 – см. рис. 11), характерными являются следующие дефекты и повреждения:

- продольные трещины на нижних поверхностях балочных элементов пролетных строений;
- поперечные силовые трещины на поверхностях балочных элементов в растянутых зонах;
- разрушение защитного слоя бетона с оголением несущей арматуры растянутой зоны и ее коррозия (рис. 12);
- обрыв несущей преднапряженной арматуры в растянутых зонах (рис. 13);
- разрушение бетона сжатой зоны в пролете;
- исполнение стыков поперечных ребер для сборных железобетонных элементов выполнено с нарушением проекта.

В железобетонных мостовых сооружениях, поврежденных вследствие боевых действий (путепровод по ул. Б. Макухи в Калининском районе г. Горловки – см. рис. 14), выявлены следующие повреждения:

- полное разрушение промежуточной опоры № 2 из монолитного железобетона (рис. 15);
- разрушение пролетного строения из сборного преднапряженного железобетона между опорами 1-2 и 2-3 вследствие разрушения промежуточной опоры № 2 (рис. 16);
- повреждение промежуточной опоры № 3 вследствие падения на нее пролетного строения между опорами 2-3 (силовые трещины с большим раскрытием в вертикальных стойках в зонах их защемления на фундаментах, значительный крен опоры в сторону пролета 3-4 – см. рис. 17);
- силовые вертикальные трещины по боковым поверхностям ригелей в растянутых зонах промежуточной опоры № 3 и береговой опоры № 4;

– стыки поперечных ребер главных балок из сборного железобетона в неповрежденном пролетном строении (между опорами 3-4) выполнено с нарушением проекта, вследствие чего происходит интенсивный коррозионный износ стыков с дальнейшим их разрушением;

– водосточные трубы в неповрежденном пролетном строении (между опорами 3-4) замусорены, вследствие чего не происходит нормальный водоотвод с поверхности мостового полотна путепровода;

– высота колесоотбойного ограждения в 400... 550 мм недостаточна по требованиям норм (900 мм) и не обеспечивает безопасный пропуск автотранспорта.

Возможные методы устранения дефектов и повреждений в мостовых сооружениях балочного типа на примере моста через р. Кальмиус по пр. Ильича в г. Донецке

Ремонт железобетонных конструкций промежуточных опор, устоев и плиты проезжей части моста



Рис. 14. Общий вид разрушенного путепровода по ул. Б. Макухи в Калининском районе г. Горловки



Рис. 15. Полное разрушение промежуточной опоры № 2 из монолитного железобетона

заключается в удалении поврежденных слоев арматуры и бетона, подварке новых арматурных стержней к существующим стержням, устройстве опалубки и бетонировании участка монолитных конструкций с дальнейшей побелкой или покраской конструкций в два слоя. Ремонт подпорных стен береговых устоев с трещинами предполагает: расшивку трещин, устройство железобетонной рубашки с дальнейшим оштукатуриванием и покраской конструкций.



Рис. 16. Разрушение пролетного строения из сборного преднапряженного железобетона между опорами 1-2 и 2-3 вследствие разрушения промежуточной опоры № 2



Рис. 17. Повреждение промежуточной опоры № 3 вследствие падения на нее пролетного строения между опорами 2-3. Значительный крен опоры в сторону пролета 3-4

Ремонт аварийной монолитной железобетонной плиты тротуаров предполагает полный демонтаж поврежденной плиты и опорных стальных кронштейнов, поврежденных коррозией, с заменой на новые конструкции. Новое конструктивное решение тротуаров – монолитная железобетонная плита по несъемной опалубке из профилированного настила, опирающегося на новые стальные кронштейны.

Ремонт металлических опорных частей предполагает после максимальной разгрузки пролетного строения - поддомкрачивание главных балок со стороны нижних поясов на опорах моста, очистку всех опорных частей от грязи, продуктов коррозии и слоя бетона, выравнивание шарнирно-подвижных опорных частей-катков в вертикальное проектное положение с последующей установкой главных балок в проектное положение и антикоррозионной защитой.

Для восстановления несущей способности стальных главных балок пролетного строения и системы связей между главными балками предлагается:

- максимальная разгрузка пролетного строения с частичным демонтажем конструкции дорожного полотна в зонах усиления с временным ограничением пропуска транспортных средств по мосту;
- демонтаж участков железобетонной плиты проезжей части над поврежденными коррозией верхними поясами главных балок;
- подведение под нижние пояса ремонтируемых главных балок временные инвентарные сборно-разборные промежуточные опоры;
- поддомкрачивание главных балок через нижние пояса на временных сборно-разборных промежуточных опорах;
- удаление поврежденных коррозией поясных уголков с жесткими упорами для верхних поясов главных балок и поясных уголков нижних поясов балок;
- восстановление проектных поясных уголков путем их соединения с вертикальными стенками балок (через стальные прокладки из листовой стали) на высокопрочных болтах с затяжкой их на проектное усилие;
- восстановление проектных уголков жестких упоров на поврежденных участках верхних поясов с соединением их с поясами высокопрочными болтами;
- удаление поврежденных коррозией элементов поперечных вертикальных и горизонтальных связей между главными балками с заменой на новые элементы с последующим их соединением с фасонками главных балок ручной электродуговой сваркой;
- установка главных балок пролетного строения в проектное положение;
- очистка всех поверхностей металлических конструкций от грязи, продуктов коррозии и окислов с последующим обезжириванием;
- окраска всех поверхностей металлоконструкций;

- восстановление проектного армирования верхней и нижней зоны демонтированных участков железобетонной плиты проезжей части;

- восстановление демонтируемых участков железобетонной плиты проезжей части путем установки щитов опалубки и омоноличивания бетоном класса не менее В15;

- восстановление конструкции дорожного полотна.

ВЫВОДЫ

1. Значительное количество несущих конструкций опор, пролетных строений, конструкций мостового полотна и системы водоотведения мостовых сооружений балочного типа на автодорогах Донбасса находятся в аварийном или непригодном к нормальной эксплуатации состоянии.

2. По состоянию на текущий момент времени в Донбассе требуют восстановления 12 автомобильных мостов и 5 путепроводов, получивших повреждения в результате боевых действий.

3. В настоящее время требуют капитального ремонта 40 автомобильных мостов, 2 пешеходных моста и 24 путепровода.

4. Большинство эксплуатируемых мостов и путепроводов на автодорогах Донбасса не могут пропускать современные транспортные средства, нагрузки от которых регламентируются действующими нормами проектирования.

5. Для стальных разрезных мостовых балок составного сечения с идеальной геометрией наименьшим запасом несущей способности от возможной потери местной устойчивости стенки является их загрузка в центре пролета. Смещение расчетной подвижной нагрузки в приопорный отсек увеличивает этот запас до 15 %.

6. Для стальных разрезных мостовых балок составного сечения толщина стенки не менее 10 мм делает конструкцию устойчивой к влиянию локальных геометрических несовершенств в виде вмятин и хлопнунов и допускает несовершенства с параметрами, превышающими предельно допустимые.

7. Для оценки степени повреждения пролетных строений и опор сооружений мостового типа на автодорогах Донбасса необходимы дальнейшие работы по их обследованию и оценке технического состояния.

8. Проектные предложения по капитальному ремонту мостов и путепроводов необходимо комплексно увязывать с результатами их обследования, оценкой технического состояния с учетом грузоподъемности и степени повреждения – как отдельного элемента, так и всего сооружения в целом.

Бібліографічний список

1. ДБН В.1.2-15:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження та впливи [Текст]. – На заміну ДБН В.2.3-14:2006 (глава 2 та додатки Л, Д, Ж, П, К, Р); чинні від 2010-03-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 83 с.
2. ДБН В.2.3-26:2010. Споруди транспорту. Мости і труби. Сталеві конструкції. Правила проектування [Текст]. – На заміну ДБН В.2.3-14:2006; чинні від 2011-10-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 195 с.
3. ДБН В.2.3-22:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування [Текст]. – Вводяться на заміну ДБН В.2.3-14:2006; чинні від 2010-03-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 44 с.
4. ДБН В.1.2-14-2009. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ [Текст]. – Уведено вперше (зі скасуванням в Україні ГОСТ 2751, СТ СЭВ 3972-83, СТ СЭВ 3973-83, СТ СЭВ 417-83, СТ СЭВ 4868-84); чинні з 2009-12-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 43 с.
5. ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2009. Споруди транспорту. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів [Текст]. – На заміну ВБН В.3.1-218-174-2002; чинний від 2010-03-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 54 с.
6. ДБН В.2.3-6:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування [Текст]. – На заміну ДБН В.2.3.6-2002; чинні від 2010-03-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 63 с.
7. Рекомендации по содержанию и ремонту металлических пролетных строений автодорожных мостов [Текст] / Министерство автомобильных дорог РСФСР, Государственный дорожный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт. – М.: ЦБНТИ Минавтотдора РСФСР, 1983. – 131 с.
8. ВСН 4-81. Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах [Текст] / Министерство автомобильных дорог РСФСР. – М.: Транспорт, 1981. – 32 с.
9. Стан та залишковий ресурс фонду будівельних металевих конструкцій в Україні [Текст] / А. В. Перельмутер, В.М. Гордеев, Є.В. Горохов [та ін.]. – К.: Сталь, 2002. – 166 с.
10. Учет геометрических несовершенств в оценке устойчивости стенок балок мостовых конструкций. [Текст] / А.А. Коваленко. Магистерская диссертация по направлению 08.04.01 «Строительство». – Макеевка, 2017, – 135 с.
11. Муцанов В.Ф., Миронов А.Н., Коваленко А.А. Численные исследования местной устойчивости стенок балок составного двутаврового сечения с локальными вмятинами-хлопунами в пролетных строениях мостовых сооружений. [Текст] / Металлические конструкции. – 2017. – Т. 23. – № 3. – С. 107–121.

ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ИНЖЕНЕРОВ-СТРОИТЕЛЕЙ



Расчет и проектирование пространственных металлических конструкций: [учебн. пособие] / [Горохов Е. В., Муцанов В. Ф., Назим Я. В. Роменский И. В.]; Под общей редакцией Е. В. Горохова. – Макеевка: ПЦ ДонНАСА, 2011. – 560 с.

ISBN 978-617-599-002-5

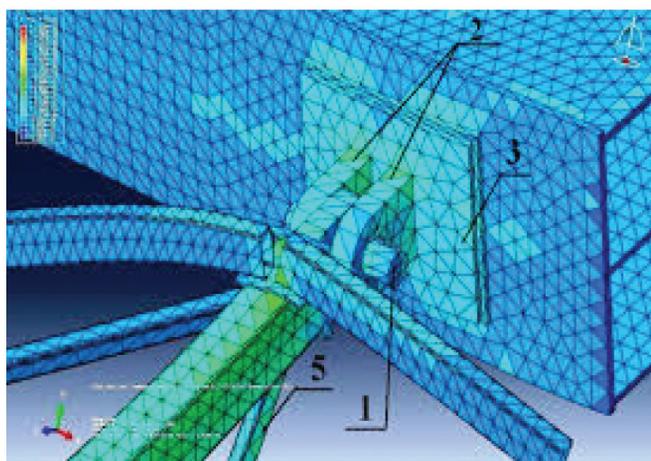
В книге рассмотрены основные аналитические и численные методы строительной механики, наиболее часто используемые в расчетах напряженно-деформированного состояния пространственных металлических конструкций, а также существующие подходы к их проектированию и конструированию, регламентированные нормами стран СНГ (в первую очередь, России и Украины), Евросоюза. Наряду с рассмотрением традиционных подходов к исследованию работы пространственных конструкций в пособии также приведены сведения по теории точечного исчисления, основы кинематического анализа сложных пространственных систем, учет диссипативных свойств систем, обусловленных наличием «полужестких» узлов, упругих опор, упругого основания, предварительно напряженных элементов.

Рекомендовано к печати научно-техническими советами:

- Учебно-методическим объединением СНГ;
- Ученым советом Донбасской национальной академии строительства и архитектуры.

По вопросам приобретения издания обращаться:
Library@donnasa.ru

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ЦЕНТР «ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ»



Предлагаемые инженерные и научно-консультационные услуги:

– исследование напряженно-деформированного состояния, проектирование, обследование и оценка технического состояния:

- листовых конструкций;
- большепролетных покрытий зданий и сооружений;
- каркасов, несущих конструкций промышленных и гражданских сооружений;
- специальных пространственных инженерных несущих сооружений;
- разработка нормативных документов в сфере проектирования пространственных конструкций.

Реализованные проекты и разработки:

– статико-динамические исследования конструкций жесткой ошиновки на ПС «КИЕВСКАЯ»;

– разработка и внедрение системы мониторинга металлоконструкций покрытия стадионов «Донбасс-Арена» в г. Донецке и «Арена Львов» в г. Львове;

– оценка технического состояния и разработка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации резервуаров различного назначения;

– комплекс работ, выполненных по договорам с Минрегионом Украины и ООО «Астана-Стройконсалтинг» (Республика Казахстан) по разработке национальных приложений и пособий к Еврокодам;

– разработка комплекта нормативных документов по применению конструкций жесткой ошиновки в открытых распределительных устройствах напряжением 110–750 кВ.

Наш адрес: **Донецкая Народная Республика, г. Макеевка-23, ул. Державина, ДонНАСА, СНИПЦ ПК**

e-mail: mvf@donnasa.ru