

БОЛЬШИЕ ПРОБЛЕМЫ МАЛЫХ МОСТОВ

Мост через р. Жарым на км 221+30 автодороги А-20 «Караганда – Аягоз – Тарбагатай – Бугаз»

В транспортной системе Казахстана насчитывается около 3500 мостов и путепроводов. Мостовые сооружения играют ключевую роль в транспортной инфраструктуре страны и являются стратегически важными объектами. Они критически важны для поддержания жизнедеятельности населения и функционирования государственных структур в условиях чрезвычайных ситуаций, таких как наводнения, землетрясения или военные конфликты.

Как стратегические объекты, мосты находятся под постоянным контролем государственных органов и требуют особого подхода к проектированию, строительству, техническому обслуживанию и модернизации. Их надежность, долговечность и безопасность напрямую влияют на национальную безопасность, экономическую устойчивость и интеграцию страны в международные транспортные коридоры.

Строительство и модернизация мостов — это инвестиции в будущее. Это вклад в развитие регионов, снижение транспортных затрат, повышение мобильности населения.

На сегодняшний день свыше 80% мостовых сооружений, находящихся в эксплуатации, имеют длину до 100 метров, что позволяет классифицировать их как малые мосты. Однако, малые мосты существенно отличаются от больших мостов, особенно в плане долговечности: срок их службы в среднем в 2-2,5 раз меньше, чем у больших мостов. Это связано с тем, что на малые мосты сильнее воздействуют факторы, влияющие на долговечность, чем на большие. Это обусловлено большим количеством конструктивных элементов с малым межремонтным сроком службы. Таким образом, малые мосты обладают специфическими характеристиками, которые часто упускаются при проектировании, но их необходимо учитывать.

Не учет особенностей малых мостов приводит к тому, что они рассматриваются как независимые сооружения относительно насыпи на подходах к мостовым сооружениям, как и большие мосты, и

работают отдельно относительно насыпи. При этом взаимодействие между мостом и насыпью часто носит конфликтный характер, так как из-за разной жесткости часто на подходах возникают различные дефекты и повреждения. Представляется очевидным, что малые мосты, имеющие небольшую длину, должны рассматриваться вместе с насыпями в единой системе.

Также неприемлемо сказать, что малый мост имеет такое же схемно-конструктивное построение, что и большой мост. При этом он содержит относительно большее число опор, опорных частей и деформационных швов (далее-ДШ) по сравнению с «большим братом».

Большие мосты, спроектированные и построенные крупными проектными и строительными организациями, как правило, впечатляют архитектурной выразительностью. Когда речь идет о больших мостах, их нередко описывают как «красивые». В то время как малые мосты, напротив, часто выглядят скучно и непримечательно. Выполнить их красивыми сложнее, чем большие мосты. Малые мосты не могут служить композиционными доминантами, не создают акцента в окружающей застройке; наоборот, они воспринимаются в контексте с транспортной магистралью, естественно вписываясь в насыпи дорог. Объемные решения малых мостов упрощены до чисто функциональных. Поэтому в общем случае задачи проектировщика, создающего малый мост, более сложны, чем проектировщика - творца большого моста. При проектировании больших мостов часто привлекают архитектора, а в случае малых мостов это не практикуют.

Большим мостам в преобладающей степени присущ «фактор заметности». Они выделяются на фоне малых сооружений, более эффектны в качестве объекта для выступлений с трибуны или публикаций. Строительство их ведут часто в пределах «видимости» правительственных или иных руководящих органов. Вследствие этого большим мостам уделяется большее внимание, а малым - меньше.

Строительство и эксплуатация больших мостов осуществляются по регламентам, функционирует авторский надзор. Малые мосты обделены таким вниманием. К обследованиям и испытаниям больших мостов после завершения их строительства, а также в процессе эксплуатации привлекаются более «серьезные» организации, чем малых мостов. Вероятность ошибочного диагноза состояния моста, построенного малой организацией, более высокая, чем диагноза, поставленного крупными проектными или научными организациями.



Мост через р. Ащысу на км 102+70 автодороги
А-20 «Караганда – Аягос – Тарбагатай – Бугаз»

Большие мосты строят «поштучно». Проектированием и строительством их занимаются «большие» организации. Малые мосты проектируют и строят серийно, по готовым типовым проектам. Проектированием и строительством их занимаются, как правило, малые (и часто - непрофильные) организации. «Большие» и «малые» проектные и строительные организации значительно отличаются квалификацией, профессионализмом, интеллектуальным потенциалом, опытом специалистов и технической оснащенностью.

Для обеспечения совместной работы моста и насыпи необходимо классифицировать мосты по их расположению относительно насыпи. Выделяются два основных типа малых мостов:

- мосты, соединяющие части насыпи, разделенные препятствием. К ним относятся балочные мосты с насыпными устоями, распорные мосты, мосты с лежневыми устоями, а также мосты с интегральными устоями;

- конструкции, расположенные внутри насыпи, такие как арочные засыпные мосты, тоннельные путепроводы и водопропускные трубы.

На автомобильных дорогах республиканского значения чаще всего встречаются малые и средние балочные мосты с обсыпными устоями. Также можно найти массивные устои с откосными крыльями и обратными стенками, которые не обсыпаются. Техно-экономические обоснования (ТЭО), проведенные АО «КаздорНИИ» для строительства и реконструкции автомобильных дорог, показали, что число проектируемых малых мостов и путепроводов постоянно растет. В частности, доля малых мостов на автомобильной дороге «Жезказган-Караганда» составила свыше 60%.

Основная часть малых и средних мостов запроектированы по типовым проектам, сооружение которых ведутся с использованием известных типовых технологических решений. Согласно этим решениям малые мосты сооружаются из сборных элементов, которые в готовом виде доставляются на строительную площадку, а монтаж их выполняется с помощью стреловых кранов. Опоры и фундаменты также состоят из сборных элементов, которые объединяются непосредственно на месте строительства в сборно-монолитном исполнении. По этой причине проектировщики и строители стремились к 100 %-ному показателю уровня сборности строительства. Указанное стремление приводит к неизбежному расчленению мостового сооружения на отдельные конструктивные элементы, самостоятельные по отношению друг к другу.

Конструктивные схемы малых мостов не отличаются от конструктивных решений больших мостов, они

построены по единому принципу. Конструирование малых мостов также не отличаются от конструирования средних и больших мостов, т.е. малый мост, по существу, является уменьшенной копией большого. Например, малый мост, имеющий конструктивную схему 6,0+9,0+6,0 (м) является уменьшенным аналогом большого моста, имеющим схему 63+84+63 (м).

Увеличение длины пролетов малых мостов в 10 раз приводит к пропорциональному росту количества опор, опорных частей и деформационных швов по сравнению с большими мостами. Увеличение количества элементов сооружения с небольшими межремонтными сроками приводит к быстрому износу и возникновению различных дефектов и повреждений в них и уменьшению срока службы мостового сооружения в целом.

В результате анализа обследований мостовых сооружений, проведенных АО «КаздорНИИ», срок службы малых мостов в среднем составляет от 35 до 45 лет. Этот показатель в 1,5...2 раза меньше, чем срок службы больших мостов. В силу своей низкой долговечности именно малые мосты чаще всего становятся барьерными объектами на сети автомобильных дорог.

Анализ состояния эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах республиканского значения в Казахстане показал, что из существующего парка мостов (около 1 000 объектов) примерно 5% находится в аварийном состоянии, 40% требуют реконструкции или капитального ремонта, 40% - планово-предупредительных ремонтных работ.

Долговечность мостовых сооружений, главным образом, зависит от межремонтных сроков элементов мостового сооружения. Малые мосты, где имеется большое количество элементов с незначительными межремонтными сроками от 7 до 20 лет, более выше подтверждены к возникновению дефектов и повреждений по сравнению с большими мостами. В настоящее время износ и старение малых мостов опережает темпы нового строительства, ремонта и реконструкции. Поэтому для содержания ремонта и восстановления технического состояния малых мостов требуется выделения больших средств.

Увеличение долговечности малых мостов возможно с ликвидацией зон возникновения дефектов и повреждений элементов мостового сооружения и ослаблением воздействия неблагоприятных факторов.

Наиболее опасными местами возникновения дефектов и повреждений малых мостов являются деформационные швы, сопряжение моста с насыпью, опорные части и мостовое полотно. Если дефекты асфальтобетонного покрытия, ограждений и тротуаров можно устранить при содержании и текущем ремонте, то гидроизоляции, сопряжения моста с насыпью и опорных частей устраняются только при среднем и капитальном ремонте мостового сооружения.

Деформационные швы (ДШ) являются одним из важных и уязвимых элементов мостового сооружения. Они устанавливаются для обеспечения линейных и угловых перемещений от температурно-климатического воздействия в сопряжениях пролетных строений между собой или устоями. Изготовление ДШ на больших мостах производится по международным стандартам и приобретение их за рубежом в большинстве случаев может быть оправдано. На малых мостах, где их количество большое, приобретение их при финансовом дефиците чаще всего становится невозможным. Устройство их из более примитивных материалов приводит к выходу из строя уже первые годы эксплуатации. Срок службы ДШ не редко достигает 6...8 лет.

На малых мостах с небольшими пролетами в качестве опорных частей преимущественно устанавливают различные модификации резино-металлических опорных частей (далее - РОЧ). Результаты обследования моста на пойме реки Урал в г. Уральск длиной более 1,2 км показали, что 50% опорных частей имеют дефекты и вышли из строя после 15 лет эксплуатации. Раздавливание РОЧ на мосту привели к разрушению деформационных швов, другим различным дефектам мостового полотна и нарушению системы водоотвода с проезжей части.

Согласно данным зарубежных специалистов, явление просадок насыпи на подходах к мостовым сооружениям наблюдается в 25...40 % всех мостов, для ремонта которых потребуется не менее 100 млн. \$. Неровности дороги и связанные с ними колебания автомобилей приводит в среднем к снижению скорости движения на 40...50 %, производительности автомобилей на 32...36 %, увеличивают себестоимости

парапеты; укрепление конусов, русла и откосов; регулирующие сооружения; водоотвод с проезжей части моста и насыпи и др. Часто качество выполнения данных инженерных устройств оказывается неудовлетворительным.

Отдельное и независимое выполнение строительства моста и насыпи затрудняет качественную реализацию мостовых конструкций, которые требуют их тесного взаимодействия.

На основании изложенного можно сделать вывод, что короткий срок службы малых мостов, которые составляют около 90% мостового фонда страны, способствует их быстрому старению.

Для повышения долговечности и продления срока службы мостов необходимо исключить из их конструкции элементы с короткими межремонтными сроками, такие как деформационные швы, опорные части и другие элементы.

Одним из способов увеличения долговечности мостов является вынесение деформационных швов за пределы моста. Важным аспектом при этом остается обеспечение совместной работы моста и насыпи.

Обеспечение совместной работы моста и насыпи требует классификации мостов в зависимости от их расположения относительно насыпи. При этом можно выделить два принципиальных вида малых мостовых сооружений:

- мосты, объединяющие части насыпи, разорванные препятствием. К ним относятся балочные мосты с обсыпными устоями, распорные мосты, мосты с устоями лежневого типа, мосты с интегральными устоями;

- сооружения, расположенные внутри насыпи. К ним относятся арочные засыпные мосты, путепроводы тоннельного типа и водопропускные трубы.

Таким образом, из вышесказанного следует, что небольшой срок службы малых мостов, которые составляют около 90% всего мостового парка страны, приводит к быстрому старению мостовых сооружений.

Для увеличения долговечности и срока службы мостовых сооружений необходимо исключить из конструкций сооружения элементы с небольшими межремонтными сроками, таких как ДШ, опорные части и др. элементы мостового сооружения. Одним из направлений повышения долговечности мостового сооружения является вынос ДШ за пределы моста. При этом важным фактором таких сооружений является совместная работа моста и насыпи. Таким образом для достижения данной цели необходимо при проектировании малых мостов совершенствование конструктивных элементов мостового сооружения путем применения новых концептуальных решений:

- бесшовные и распорные мосты рамного типа;
- мосты с устоями лежневого (диванного) или раздельного типа;
- мосты с интегральными и полуинтегральными устоями;
- арочные засыпные мосты с использованием металлических гофрированных конструкций;
- путепроводы тоннельного типа.

Применение новых конструктивных решений позволит уменьшить количество элементов мостового сооружения с малыми межремонтными сроками и низкой долговечностью.



Мост через р. Нура на км 259+45 автодороги
Р-3 «Нур-Султан-Кабанбай батыра-Энтузиаст-Киевка-Темиртау»

перевозок на 50...60 % и расход топлива на 50...70 %. Учитывая, что в среднем на каждый километр автомобильной дороги приходится мост или труба, значительную долю приведенного ущерба следует отнести к деформациям насыпи возле мостового сооружения [3].

В зоне сопряжения моста с насыпью из-за осадки грунта наблюдаются повреждения, которые снижают ровность покрытия, разрушают ДШ и дорожную одежду.

По аналогии с большими мостами малые мосты проектируют как самостоятельные сооружения по отношению к насыпям подходов. Сначала строят мост, а после этого отсыплют насыпь или, при опережающем строительстве насыпи, оставляют прогал, в котором возводят мост.

Раздельное выполнение этапов строительства моста и насыпи, которое зачастую выполняется разными подрядчиками, осложняет выполнение задач, связанных с сопряжением этих конструкций. Разноэтапность также приводит к затруднениям при установке инженерных элементов в зоне сопряжения моста и насыпи. Сюда относятся переходные плиты с опорными лежнями, барьерное ограждение или

Авторы:

Шалкар А. - д.т.н., ведущий научный сотрудник АО «КаздорНИИ»; Шалкар К. А. - докторант АО «КаздорНИИ».