

АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ МОСТОВ

Общеизвестно, что одной из главных проблем, сдерживающих развитие дорожной сети Российской Федерации, продолжает оставаться недостаточное финансирование. Несмотря на попытки привлечь средства из бюджетов всех уровней, ситуация кардинально не меняется. В результате отчетливо просматриваются две основные тенденции: во-первых, снижается уровень содержания действующих сооружений, а во-вторых – падает качество и сокращается полезная долговечность вновь строящихся объектов.

Трудно определить, какая из тенденций более вредна для успешного развития дорожной сети. Скорее, можно заключить, что обе они являются составными частями единой сложившейся и экономически малоэффективной системы. Рассмотрим некоторые аспекты проблемы на примере наиболее дорогостоящих элементов транспортной инфраструктуры – автодорожных мостовых сооружений (МС).

К сожалению, в современных отечественных нормах проектный срок службы несущих элементов МС не регламентируется. В то же время в Еврокодах, например, этот целевой показатель (servicelife) принимается в диапазоне от 50 до 100 лет, а агрессивность воздействия окружающей среды ранжируется шестью классами. При проектировании именно в зависимости от этих показателей определяются требуемые величины защитного слоя, класс водонепроницаемости бетона, допустимые пределы раскрытия трещин и другие параметры, повышающие эффективность защищенности МС от внешних негативных воздействий, а следовательно, эксплуатационную долговечность.

Одним из основных принципов современного проектирования является максимальное приближение срока службы элемента МС к сроку его полезного износа. Например, срок полезного износа для правильно запроектированных железобетонных балок составляет (по данным современных мировых исследований) 80–120 лет, в зависимости от интенсивности движения и климатических

условий. Полный износ должен наступить при достижении опасного порога накопления усталостных повреждений и снижении сцепления арматуры и бетона от действия полезной нагрузки, а не от выщелачивания, накопления хлоридов, коррозии и других «несанкционированных» проектом явлений.

Однако отечественная практика эксплуатации мостовых сооружений показывает, что фактическая работоспособность элементов МС или срок их эксплуатации до капитального ремонта составляет в текущий период 20–30 лет, а срок службы до полной замены элементов находится в диапазоне 30–50 лет. Преждевременный износ элементов МС является результатом влияния следующих факторов:

- неверных проектных решений;
- строительного брака;
- низкого качества строительного контроля;
- недостаточного и неэффективного надзора на стадии эксплуатации;
- неудовлетворительного содержания (особенно – ухода и профилактики);
- воздействия сверхтяжелых и негабаритных нагрузок.

Главными причинами снижения долговечности и срока службы МС принято считать строительный брак и плохое содержание. Несомненно, что строительные дефекты в начале эксплуатации, а также неустраненные загрязнения наиболее заметны. Однако результаты анализа состояния эксплуатируемых объектов позволяют сделать вывод о том, что именно проектные решения в наи-

большей степени определяют саму стратегию содержания, его эффективность и, в конечном счете, ответственны за значительную долю снижения долговечности. Официальная оценка проекта, например в экспертизе, может быть вполне удовлетворительной по ряду формальных признаков: соответствие действующим законам, инструкции действующим документам, наличие необходимых разделов, экономия (разовая) и т. п.

В ОАО «Трансмост» накоплен значительный опыт долговременного наблюдения за развитием дефектов большой совокупности МС, который позволяет сотрудникам выявлять факты непродуманности и противоречивости отдельных проектных решений, влияющих на обеспечение эффективного содержания, сохранность и проектную долговечность. В числе проводимых мероприятий: наблюдения проектной организации за судьбой собственных объектов на протяжении их жизненного цикла (ЖЦ); предпроектные обследования; проведение массового мониторинга МС, например в рамках заполнения и обновления автоматизированной базы данных для федеральных мостов (АБДМ).

Анализируя причины снижения долговечности, связанные с проектированием, во-первых, следует отметить слабость отечественной нормативной базы в части регламентирования проектных решений, способствующих повышению срока службы элементов МС. Это обусловлено, в первую очередь, полным отсутствием среди обязательных разделов проекта технико-экономического обоснования (ТЭО) эффективности ЖЦ. Между тем, в передовой мировой практике общепризнано, что данный вид ТЭО, именуемый «Анализом ЖЦ» (Life-cycle analyses) или «Анализом затрат и выгод» (Cost-benefit analyses), позволяет планировать сроки службы элементов и имеет не меньшую значимость, чем

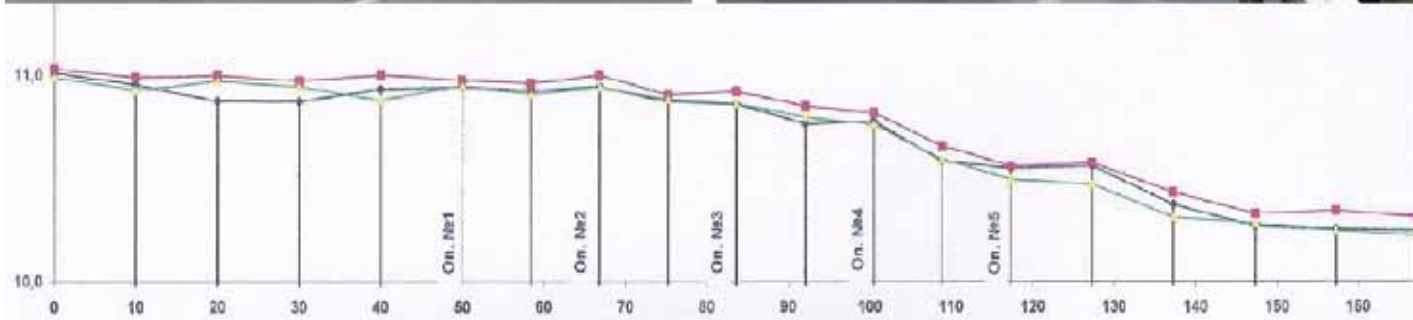


Рис. 1. Результаты недоучета в проектном решении отклонений продольных уклонов от идеальной линии (приведены фактические профили по данным инструментальной съемки)

раздел «Транспортно-экономическая часть».

Кроме общепринятых в мировой практике количественных характеристик ЖЦ, автор данной статьи ввел в практику собственных исследований аналоговый параметр – «коэффициент полезного действия» (КПД) применительно к элементам мостового парка:

$$КПД_{ф} = T_{сл. ф.} / T_{сл. п.}, \quad (1)$$

где:

$T_{сл. ф.}$ – фактический КПД элемента МС;
 $T_{сл. ф.}$ – фактический срок службы элемента МС;

$T_{сл. п.}$ – проектный срок службы элемента МС.

Очевидно, что проектный КПДп. следует закладывать равным 1, при этом $T_{сл. п.}$ должен приниматься равным сроку «полного полезного» износа. Естественно, что в реальности $КПД_{ф}$ далеко не всегда достигнет единицы. Даже при идеальных проектных решениях, сводящих к минимуму риски преждевременного износа, на практике причинами текущего снижения $КПД_{ф}$ могут быть несанкционированные проектом строительный брак, неудовлетворительные надзор и содержание, пропуск сверхтяжелых и негабаритных нагрузок, аварии, вандализм и другие негативные процессы. Соответственно, определяя доли снижения $КПД_{ф}$, обусловленные конкретными причинами, можно обосновать приме-

нение штрафных и компенсационных санкций за проезд сверхнормативных нагрузок, плохое содержание и т. п.

Ниже приведены некоторые конкретные примеры снижения КПД мостовых конструкций в результате характерных проектных недоработок и ошибок и предложения по возможным контрмерам. В первую очередь рассмотрим организацию водоотвода. В проекте продольные и поперечные уклоны идеальны и, с формальной точки зрения, обеспечивают полный отвод воды с мостового полотна и тротуаров. Поэтому проектами предусматривается все меньшее количество водоотводных трубок. Иногда трубки вообще не планируются – например, при достаточно больших продольных уклонах. Такое решение упрощает жизнь проектировщику, строителю и даже отчасти подрядной эксплуатирующей организации. На практике же линии профиля не идеальны в силу провисаний (или строительных подъемов) балок, осадок опор, опорных частей, «допусков» при укладке слоев дорожной одежды (рис. 1).

Вследствие этого даже при средних величинах уклонов 20% и более образуются местные застои воды, ее фильтрация в нижележащие конструкции, насыщение их хлоридами, выщелачивание и коррозия. Иногда в этих случаях не спасает даже дренаж. Следовательно, необходимо более часто, с шагом 3–6 м, ставить водоотводные трубки, применяя устойчивые к коррозии лотки и подвесы,

например, из композитных материалов. Нужно также повышать качество дренажных каналов.

В настоящее время появился большой выбор типов гидроизоляции. Так как ковер гидроизоляции имеет разрывы и неровности, которых не избежать, наряду с оклеечной, следует обращать внимание на устройство современной напыляемой гидроизоляции на полиуретановой или битумной основе, образующей бесшовную мембрану на поверхности любой конфигурации с высокой степенью адгезии.

Деформационные швы создают множество проблем при эксплуатации. Кроме традиционного набора эксплуатационных дефектов, в последнее время на трассах с высокой интенсивностью движения быстро образуется колея, вызывающая значительные динамические удары транспортных средств о стальное окаймление швов. Здесь существуют две основные тенденции улучшающих мероприятий: создание защитных полос и снижение «угла атаки» окаймления, выполняемого непрямолинейным в плане. В передовой мировой практике также уделяется большое внимание скорости замены конструкции шва, особенно на автострадах, для чего применяются швы на болтовых соединениях.

Еще одним направлением, инициированным заказчиками – балансодержателями или владельцами инфраструктурных объ-



Рис. 2. Пример полного обеспечения смотровыми приспособлениями балки жесткости вантового моста через Оку на обходе г. Муром

ектов, является проектирование «бесшовных» или «интегрированных» с земляным полотном мостов, не имеющих видимых разрывов в дорожной одежде. Данные решения, как правило, являются комплексными и достигаются при помощи особого устройства переходных плит и слоев дорожной одежды, при этом попутно решаются проблемы образования просадок на сопряжениях МС с насыпями.

Проектные решения должны предусматривать удобную и быструю замену не только деформационных швов, но и опорных частей. Для этого в нормах ряда государств и сообществ, например в Еврокодах, предусмотрены требования к проектированию «домкратных» поперечных балок и ниш для домкратного оборудования. При проектировании деформационные швы и опорные части всегда должны рассматриваться как части единого механизма.

Особая группа проблем связана с использованием оснований и подземных элементов опор и устоев. Существует негативная практика не применять старые основания опор при капитальных ремонтах и реконструкции МС. Это вызвано справедливыми опасениями проектных организаций за несущую способность оснований опор в условиях отсутствия исполнительной документации (ИД). Очевидно, что достаточно точно определить несущую способность подземных конструкций при отсутствии ИД не представляется возможным. В результате сотни оснований опор, введенных даже 50–60 лет назад, преждевременно списываются.

Используя терминологию, приведенную выше, можно сделать вывод, что КПД опор часто составляет 50% и ниже. И здесь существует колоссальный резерв повышения эффективности ЖЦ МС. В

качестве контрмеры по преодолению этой негативной тенденции для исправных, не имеющих кренов опор, в случаях отсутствия ИД, а также предусмотренных 2.8 – 2.9 ВСН 51-88, предлагается оснащать опоры средствами мониторинга осадок, а также проектировать пролетные строения и опорные части с возможностью оперативного регулирования их по высоте домкратами.

Проектные решения должны также обеспечивать достаточное оснащение МС смотровыми приспособлениями для своевременного обнаружения дефектов и аномалий на ранних стадиях развития. Отсутствие возможности доступа к элементам МС, как показывает передовой мировой опыт, исключает наиболее эффективную стратегию «превентивного» содержания, существенно повышает риски внезапных отказов и обрушений. Проблема остается нерешенной по настоящее время для большинства мостовых объектов. При этом очевидно, что полностью оснастить МС встроенными эксплуатационными устройствами для достижения всех его элементов практически невозможно.

Поэтому в проекте должен присутствовать раздел, в котором обосновываются тип и основные требуемые технические характеристики передвижного мостового автогидроподъемника (высота опускания под мост, вылет стрелы и т. п.), с учетом досягаемости всех элементов МС в сочетании с возможностями, предоставляемыми встроенными приспособлениями. В данном разделе по организации содержания должны предписываться и рассчитываться и другие мероприятия по надзору, уходу и профилактике, выполнение которых будет способствовать продлению долговечности элементов МС. Пример удачного решения данной проблемы проектиров-

щиками ОАО «Трансмост» приведен на рис. 2.

Противоречивость проектных решений, с точки зрения обеспечения наибольшего срока службы, ярко проявляется на примере конструкций железобетонных плит в неизвлекаемой опалубке из металла или других материалов, вошедших в практику за последние два десятилетия. Главное противоречие состоит в том, что упомянутые неизвлекаемые поддоны, казалось бы, удобны при строительстве, упрощают проектирование СВСиУ и создают благоприятный внешний вид, ведь протечек под ними не видно. Но это-то как раз и противоречит принципу долговечности, так как протечки нужно отслеживать на ранних стадиях, а спрятанная в поддоне плита при повреждении гидроизоляции становится аккумулятором влаги, хлоридов и коррозии. Очевидно, что это накопление проявится скачкообразно, неожиданно и в непредсказуемых местах, а ремонтировать такую плиту будет уже нецелесообразно – ее придется заменять.

Таким образом, даже выборочный экспертный анализ отдельных объектов позволяет заключить, что проектные решения оказывают определяющее влияние на фактический срок службы элементов МС. В текущий и перспективный период проектные решения, обоснованные по критериям оптимизации ЖЦ и снижения рисков преждевременного износа, обуславливающие возможность реализации стратегий превентивного содержания и эффективной эксплуатации, способны существенно снизить нагрузку на бюджеты всех уровней, повышая КПД элементов МС.

А.В. Сырков,
начальник отдела ОАО «Трансмост»,
канд. техн. наук