

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ



**В** строительных нормах ряда государств — в странах Евросоюза, США, Японии — проектный срок службы несущих элементов автодорожных мостовых сооружений (МС), при условии их эффективной защищенности от внешних негативных воздействий в период эксплуатации, оценивается в 80–100 лет, что соответствует срокам полезного износа. Однако отечественная практика показывает, что фактическая работоспособность элементов МС, или срок их эксплуатации до ремонта, сегодня составляет 20–30 лет. Согласно статистике, через 30–50 лет требуется полная замена элементов конструкции. Следовательно, существуют значительные резервы продления срока службы МС.

Основными причинами преждевременного старения элементов МС являются:

- неправильные проектные решения;
- строительный брак;
- недостаточный и неэффективный надзор;

**Современные мосты поражают наше воображение грандиозностью инженерного замысла и тонкой красотой его воплощения, выверенными пропорциями, многомерностью конструкции. Любуясь силуэтом, словно летящим над водой, мы редко думаем о том, что это совершенство линий основано на точном расчете. Достаточно мелкой погрешности в проекте, чтобы прекрасный мост перестал служить людям...**

■ неудовлетворительное содержание, в особенности уход и профилактика;

■ пропуск сверхтяжелых и негабаритных нагрузок.

Обычно главными причинами снижения долговечности МС считаются строительный брак и плохое содержание. Это отчасти справедливо, но если строительные дефекты практически не зависят от проекта, то такие явления, как развитие эксплуатационных дефектов, снижение эффективности надзора и содержания, часто напрямую связаны с уровнем проектных решений. При этом официальная оценка проекта, например в экспертизе, может быть вполне удовлетвори-

тельной по ряду формальных признаков: по соответствию действующим законам, инструктивным и нормативным документам, наличию необходимых разделов, экономии (разовой) и т. п. Однако опыт долговременного наблюдения за развитием дефектов большой совокупности объектов, допустим, в рамках заполнения и обновления автоматизированной базы данных для мостов (АБДМ), позволяет выявить неэффективность и противоречивость ряда проектных решений в смысле обеспечения сохранности и проектной долговечности МС.

Анализируя «проектные» причины снижения долговечности, 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 жизненного цикла (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 раздел «транспортно-экономическая часть» (ТЭЧ).

Сегодня большое внимание уделяется инновациям, в том числе в дорожном хозяйстве. Можно с полным основанием утверждать, что для отечественного мостостроения проектирование с учетом анализа эффективности ЖЦ является инновацией. Основанный на использовании передовых методик и опыта эксплуатации, анализ ЖЦ способен обеспечить существенное повышение сроков службы МС, эффективность функционирования дорожной отрасли и, как следствие, значительную экономию бюджета.

Полный полезный износ, например железобетонного несущего элемента МС, 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 прочих «несанкционированных» проектом явлений. Следовательно, еще на стадии проектирования должны задаваться количественные целевые показатели срока службы элементов МС, близкие к периоду их максимального полезного износа. В задачи проектировщиков также входит разработка эффективных решений защитных и эксплуатационных обустройств, технологий содержания и эксплуатации, которые позволяли бы достигать на практике высоких сроков службы. Они могут уменьшаться только из-за строительного брака, неправильной эксплуатации, сверхнормативных нагрузок и «несанкционированных» проектов воздействий.

К сожалению, нередки случаи, когда уже в проектных решениях заложены причины снижения сроков службы элементов МС. Некоторые конкрет-



**Рис. 1. Застой воды в средней части имеющих провисание балочных пролетных строений, при среднем проектном продольном уклоне 15‰**

ные примеры, а также предложения по возможным контрмерам, приведены ниже.

Рассмотрим организацию водоотвода. В проекте продольные и поперечные уклоны идеальны и, с формальной точки зрения, должны обеспечивать отвод воды с мостового полотна и тротуаров. Поэтому проектами предусматривается все меньшее количество водоотводных трубок. Иногда их устройство вообще не планируется — скажем, при достаточно больших продольных уклонах. Такое решение упрощает жизнь проектировщику, строителю и даже отчасти подрядной эксплуатирующей организации. На практике же линии профиля искажаются в силу провисаний (или строительных подъемов) балок, осадок опор, опорных частей, «допусков» при укладке слоев дорожной одежды. Вследствие этого, даже при средних величинах уклонов 15‰ и более, образуются местные застои воды (рис. 1), происходят 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. Помимо того, нужно 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 временной напыляемой гидроизоляции на полиуретановой или битумной основе, образующей бесшовную мембрану на поверхности любой конфигурации с высокой степенью адгезии.

Множество проблем при эксплуатации создают деформационные швы. Кроме традиционного набора дефектов, в последнее время на трассах с высокой интенсивностью движения быстро появляется колея, вызывающая значительные динамические удары транспортных средств о стальное окаймление швов. Для улучшения ситуации принимаются такие превентивные меры, как создание защитных полос и снижение «угла атаки» окаймления, непрямолинейного в плане. Передовой мировой опыт подсказывает, что следует повысить скорость замены конструкции шва, особенно на автострадах, для чего применяются швы на болтовых соединениях. Еще одно направление, инициированное заказчиками (балансодержателями или владельцами инфраструктурных объектов), — 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



**Рис. 2. Устройство современного пролетного строения под 4 полосы движения на опорах постройки начала XX века**



**Рис. 3. Последствия использования для опалубки неизвлекаемых стальных поддонов через 9 лет эксплуатации моста**

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, в частности в еврокодах, прописаны требования к проектированию поперечных (домкратных) 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 тенденция — игнорирование старых оснований опор при капитальных ремонтах и реконструкции МС. Это вызвано справедливыми опасениями проектных организаций за несущую способность оснований опор при отсутствии исполнительной документации (ИД). Очевидно, что в таких условиях нельзя достоверно определить несущую способность подземных конструкций. В результате сотни оснований опор, возведенных всего 50–60 лет назад, преждевременно списываются. Здесь кроется колоссальный резерв повышения эффективности ЖЦ МС. Можно привести множество примеров, когда на опорах даже постройки начала XX века, запроектированных под две полосы гужевой нагрузки, устанавливаются современные пролетные строения под четыре полосы движения (рис. 2). Для исправных, не имеющих кренов опор, при отсутствии ИД, а также в случаях, предусмотренных пунктами

2.8 и 2.9 ВСН 51-88 «Инструкция по уширению автодорожных мостов и путепроводов», в качестве контрмеры по преодолению этой тенденции предлагается оснащать опоры средствами мониторинга осадок и проектировать пролетные строения и опорные части с возможностью оперативного регулирования их по высоте домкратами.

Проектные решения также должны обеспечивать достаточное оснащение МС смотровыми приспособлениями для своевременного обнаружения дефектов и аномалий на ранних стадиях развития. Этот вопрос остается нерешенным по настоящее время. При этом очевидно, что полностью оборудовать МС встроенными эксплуатационными устройствами практически невозможно. Поэтому в проекте должен присутствовать раздел, в котором обосновываются тип и главные 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 другие мероприятия по надзору, уходу и профилактике, выполнение которых будет способствовать продлению долговечности элементов МС.

Противоречивость проектных решений, с точки зрения обеспечения наибольшего срока службы, ярко проявляется на примере получивших распространение за последние два десятилетия конструкций железобетонных плит в неизвлекаемой опалуб-

ке из металла или других материалов. Парадокс заключается в следующем: упомянутые неизвлекаемые поддоны, казалось бы, удобны при строительстве, упрощают проектирование СВСиУ и создают благоприятный внешний вид, ведь протечек под ними не видно, но это как раз идет вразрез с принципом долговечности. Ведь протечки нужно отслеживать на ранних стадиях, а спрятанная в поддоне плита при повреждении гидроизоляции становится аккумулятором влаги и хлоридов, что способствует распространению коррозии. Очевидно, что это накопление проявится скачкообразно, неожиданно и в непредсказуемых местах (рис. 3), причем ремонтировать такую плиту будет нецелесообразно, ее придется заменить. Рекомендации в данном случае просты: бетонные поверхности МС должны быть открыты снизу, чтобы можно было отслеживать протечки на начальной стадии развития и определять места их расположения в плане.

В процессе решения задач по продлению срока службы МС попутно обеспечиваются безопасность и эксплуатационная надежность, улучшаются другие потребительские свойства, снижаются риски внезапных отказов и обрушений. В результате учета в проектных решениях и применения на практике вышеприведенных и подобных мероприятий хорошо организованное общество или частная компания снижают нагрузку на бюджеты всех уровней, повышая показатели ЖЦ МС.

**А.В. Сырков, к.т.н.,  
начальник отдела ОАО «Трансмост»**