

## ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ МОСТОВ

Наведені важливіші особливості міських мостових споруд, розроблені пропозиції створення спеціалізованого по експлуатації, ремонту і реконструкції мостів. Викладена мета нового підходу до зміни системи оцінки фізичного стану міських мостових споруд.

*Ключові слова:* міст, моніторинг, експлуатація, реконструкція, прогнозування.

Приведены важнейшие особенности городских мостовых сооружений, разработаны предложения по созданию специализированного управления по эксплуатации, ремонту и реконструкции мостов. Изложена суть нового подхода к изменению системы оценки физического состояния городских мостовых сооружений.

*Ключевые слова:* мост, мониторинг, эксплуатация, реконструкция, прогнозирование.

Abstract, the main features of urban bridge, structure are presented. The proposals concerning specialized management creation for exploitation, maintenance and reconstruction of bridges are developed. The essence of the new approach designed for the change of urban bridge structures physical state assessment system is stated.

*Keywords:* bridge, monitoring, maintenance, reconstruction, forecasting.

Експлуатація городських мостових споруд во многом определяется тем, что они являются элементами городской транспортно-коммунальной инфраструктуры и наиболее узким местом города, так как собирают транспорт и коммуникации с многочисленных магистралей, улиц и переулков целого района в одно линейное пространство.

Важнейшими особенностями городских мостовых сооружений являются [1]:

- разнообразие временных нагрузок, необходимость пропуска по мостам всех видов городского транспорта, включая нагрузку от трамвая, оказывающего на мосты крайне негативное воздействие. Балластное устройство трамвайных путей, затрудняющее обеспечение бездефектной проезжей части на мосту, ко всему прочему вызывает электрокоррозию конструктивных элементов сооружения. Кроме того городские мосты, в отличие от мостов на автомагистралях, как правило, обеспечивают пропуск значительного числа пешеходов;

- необходимость увязки и распределения транспортных потоков на сооружении и примыкающих к нему городских магистралей и улиц;

- использование мостов для концентрированного пропуска городских инженерных коммуникаций, которые могут быть проложены в нарушение строительных норм.

Организация движения транспорта и пешеходов по городским мостовым сооружениям при выполнении работ по их содержанию, включающее и ремонтные работы, представля-

ет собой весьма ответственную задачу, так как она связана с изменением традиционных маршрутов движения, переносом остановочных пунктов общественного транспорта, задержками в движении транспортных средств и пешеходов, осложнением экологической обстановки вблизи от зоны ремонтных работ.

Решая эту задачу применительно к каждому городскому мостовому сооружению, при эксплуатации или нуждающемуся в ремонте, следует в первую очередь обеспечивать безопасность движения автотранспортных средств и пешеходов, а во вторую очередь регулировать прокладку городских коммуникаций и создавать оптимальный фронт работы при ремонтах, чтобы издержки были минимальными.

К организационным особенностям содержания и мониторинга мостовых сооружений в больших городах следует отнести:

- необходимость в ряде случаев дорогостоящего переноса коммуникаций, проходящих по мосту или путепроводу, закрытия гаражей, стоянок автомобилей, производственных помещений и т.п., находящихся под искусственным сооружением;

- очень большие экономические потери на транспорте в период ремонта, т.к. интенсивность движения по городским мостовым сооружениям очень высока (особенно в часы «пик»). Потери во время ремонтных работ на транспорте могут быть вполне сопоставимы со

стоимостью их проведения и даже превышать ее;

- большие потери времени пешеходов и пассажиров общественного городского транспорта (автобусы, трамваи, троллейбусы и т.д.);

- стесненность, существенная ограниченность фронта работ (часто негде разместить строительную площадку и нельзя перекрывать подмостовой габарит и т.п.);

- большие сложности в организации объездного и обходного движения (особенно в старых районах, где пропускная способность дорог и улиц практически исчерпана, отсутствует возможность уширения объездных маршрутов). Отсюда следует невозможность полного снятия движения с ремонтируемых сооружений.

Многообразие местных условий, видов коммуникаций и ремонтных работ, а так же характеристик транспортного потока не позволяет разработать детальные рекомендации по организации движения транспорта и пешеходов, и методов диагностики строительных конструкций для всех возможных вариантов. Однако можно наметить ряд принципиальных стратегий организации движения, решения вопросов с коммуникациями и на основании мониторинга сформулировать основные положения по организации ремонтных работ и возможности дорожного движения в наиболее характерных случаях [2].

Анализ фактического состояния мостовых сооружений позволил заметить тенденции его ухудшения и установить необходимость разработки путей совершенствования городской системы содержания и диагностики.

Прежде всего, эта система должна быть увязана с концепцией развития транспортной системы города и учитывать развитие коммуникаций коммунальных предприятий, а также влиять на содержание через гибкое финансирование и контроль качества работ (в том числе и контроль использования отпущенных средств, так как это бюджетные деньги). Это требование означает, что вначале надо иметь работоспособную Систему содержания, а затем решать задачи управления всеми компонентами этой системы.

Поэтому предлагается создать полноценное Управление по эксплуатации, ремонту и реконструкции мостов, так как эту систему можно внедрить только в специализированной организации. Управление необходимо укомплектовать кадрами по специальности «Мосты и транспортные тоннели», специализированными средствами малой механизации и приборами

для мониторинга физического состояния и после этого выполнять ремонт несущих конструкций. При этом мостовое управление может быть и коммерческим, хотя мосты относятся к социальным объектам. Финансирование мостового управления из бюджета Городского Совета должно выполняться целенаправленно на мостовые сооружения, не отвлекая средства и людей мостового управления на ремонт дорог улично-дорожной сети.

Вторым важным направлением является пересмотр всей системы (подсистемы) сбора информации. Основными требованиями к сбору и обновлению информации может быть создание службы мониторинга и диагностики мостовых сооружений в Управлении по эксплуатации, ремонту и реконструкции мостовых сооружений. Для этого необходимо обеспечить:

- возможность автоматизации (формализации для решения прикладных задач;

- привлечение только специализированных организаций для сбора и обновления базы данных, что позволит повысить их достоверность;

- пересмотр и дополнение критериев оценки состояния, с использованием коэффициентов значимости параметров;

- видоизменение базы данных о мостах, превратив ее из информационной в расчетную.

Важным звеном в управлении и регулировании является прогноз изменения их физического состояния. Причем здесь следует стремиться к повышению объективности прогноза, чтобы прогнозирование осуществлялось расчетным путем, а не экспертным. Это задача пока в будущем.

Третьим важным направлением является планирование и установление очередности ремонтных работ с учетом ранжирования (в порядке убывания значимости) по физическому износу конструкций [2, 3]:

- планирование затрат на содержание в условиях дефицита материальных и финансовых средств;

- возможность обоснования не только целесообразности ремонта и реконструкции, но и необходимого уровня содержания, по известным показателям долговечности.

Очень сложно, а часто и вовсе невозможно, ориентироваться на опыт Западной Европы во всех этих вопросах, т.к. современное состояние экономики Украины приводит к возникновению таких проблем, которых просто не существует в их практике.

Основной особенностью мониторинга является то, что она позволяет регулировать процесс содержания, который позволит сохранить мостовые сооружения. При этом необходимо изменить идеологию содержания мостовых сооружений, исходя из следующей концепции: «пока сооружение не начало разрушаться, необходимо своевременно его защитить от повреждений» [4]. Для создания автоматизированной системы необходимо провести паспортизацию сооружений и создать автоматизированный банк данных. В процессе эксплуатации соблюдать принцип экономической целесообразности при решении вопросов финансирования работ по содержанию и ремонту мостовых сооружений. Для этих целей в специализированных организациях, необходимо выполнять не только мониторинг состояния сооружения, но и дифференцированно распределять средства, то есть регулировать финансирование в зависимости от принятой стратегии эксплуатации. Правильное содержание объекта предусматривает выполнение работ, относящихся в первую очередь к содержанию, профилактике и планово-предупредительным ремонтам, а потом капитальные ремонты или реконструкция. Такая постановка может быть выполнена при разных стратегиях эксплуатации. Схемы затрат должны соответствовать стратегиям эксплуатации – от так называемой «нулевой стратегии» (“Do Nothing” – ничего не делаем, то есть не вкладываем средств в сооружение после его строительства) до стратегии с полным использованием всей номенклатуры работ т.е. реконструкция [3]. Наиболее распространенная в нашей стране – первая стратегия, когда на протяжении десятилетий мы ничего не делаем, мостовые сооружения просто «бросаются» на самоэксплуатацию.

Анализ затрат по различным стратегиям эксплуатации мостового сооружения на примере железобетонных пролетных строений показывает, что от объема и вида затрат можно прийти к различным показателям работоспособности и срока службы [3]. Например, уменьшение интервалов между профилактическими работами отодвигает срок выполнения ремонтных работ (увеличивается работоспособность) и увеличивает соответственно общий срок службы. Так же увеличивает работоспособность и своевременное выполнение планово-предупредительных ремонтов, затраты на которые выше затрат по уходу и профилактику, но значительно ниже затрат на ремонт. Планово-предупредительные работы в основном от-

носятся к замене гидроизоляции. Наибольший срок службы при наименьших затратах дают те стратегии эксплуатации, которые не предусматривают работ по капитальному ремонту.

Стратегия эксплуатации «без капитального ремонта», то есть без существенных капитальных затрат, является целью будущего, к которому мы сегодня не готовы пока из-за большого числа сооружений с «накопленным ремонтом». Сегодня мы находимся на переходном этапе (промежуточном) от плохого состояния мостового хозяйства к улучшенному состоянию. На этом переходном этапе очень важно постоянно отслеживать состояние сооружения и своевременно проводить необходимые планово-предупредительные ремонты проезжей части и водоотведения в достаточном объеме. В этом принципе «своевременности» и «достаточности» и заключается суть мониторинга содержания в предложенной Системе управления по сохранению мостовых сооружений.

Вторая особенность – измененная система оценки состояния.

Суть нового подхода – в многокритериальном анализе состояния. В качестве критериев используются, в первую очередь, показатели потребительских свойств сооружения – грузоподъемности, безопасности и долговечности. Кроме того, оценивается изменение первоначального состояния всех элементов с помощью показателя износа. В результате анализа оценка состояния конструкций и сооружения в целом представляется тремя показателями – категорией повреждения (5 дискретных состояний). Второй показатель – это величина износа. По категории повреждения определяется вид воздействия и источник финансирования, а по величине износа – затраты на восстановление (особенно важно при планировании работ) [5]. Третий показатель – остаточный ресурс, позволяет планировать затраты на будущее.

Оценка состояния по показателю остаточного ресурса выполняемая в соответствии ДСТУ-НБ В.2.3-23:2009 [6], является на сегодня субъективным, а не объективным показателем. В частности, субъективно (на основании личного опыта обследователя) оцениваются:

- наличие дефектов, снижающих срок службы сооружений или их несущих конструкций (качественная оценка);
- количество (процент) элементов с дефектами;
- распространенность дефектов.

В настоящее время отсутствуют официально принятые на государственном уровне критерии

оценки, а они крайне необходимы, поскольку без них невозможно правильно спланировать работу на будущее. Сегодня оценку по остаточному сроку службы, все, кто обследуют мостовые сооружения, дают, опираясь только на свой личный опыт. Поэтому такая оценка часто имеет не совсем достоверные данные.

До сих пор отсутствует возможность получить обоснованные ответы на следующие вопросы:

1. Когда необходимо ограничивать грузоподъемность?
2. Как интенсивно развиваются дефекты?
3. На какой год планировать ремонт?
4. Сколько лет объект может эксплуатироваться после ремонта?
5. Каков фактический остаточный ресурс?

Используя субъективный подход, можно сказать, что реальный срок службы объектов остаются очень низким и повышается очень медленно.

Анализируя финансовую потребность мостового сектора дорожной отрасли можно сделать два основных вывода:

1. Продление долговечности мостовых сооружений требует незначительного возрастания средств на содержание (уход и ремонт гидроизоляции, водоотвода и деформационных швов), при этом появляется возможность существенного сокращения числа мостов, требующих перестройки, реконструкции и ремонта.

2. Социальный и экономический ущерб, в связи с наличием сети автомобильных дорог какого-либо процента мостовых сооружений, состояние которых не соответствует предъявляемым к ним функциональным требованиям, в последнее время растет.

Следовательно, постоянный мониторинг физического состояния городских мостов необходим для продления реального срока их службы, с концентрацией всех компонентов системы содержания в специализированном Управлении по эксплуатации, ремонту и реконструкции мостовых сооружений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кислов, О. Г. Про стан мостових споруд в м. Харкові. Проблеми удосконалення розвитку автомобільно-дорожнього комплексу м. Харкова [Текст] / О. Г. Кіслов, А. В. Більченко. – Харків 2007. – С. 69-75.
2. Кислов, А. Г. Специфика содержания, ремонта и реконструкции городских мостовых сооружений [Текст] / А. Г. Кислов, А. В. Бильченко // Материалы 69 Международной научно-практической конференции Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта [Текст] – Д.: 2009.
3. Чернишов, В. В. Система поддержки принятия решений при планировании организации работ по ремонту и реконструкции городских транспортных сооружений [Текст]: дис. ... канд. эконом. наук. / Чернишов В. В. – М.: 2003. – 254 с.
4. Бильченко, А. В. Концепция сохранения и развития мостовых сооружений в г. Харькове до 2012г. [Текст] / А. В. Бильченко, А. Г. Кислов, Е. А. Бадаева. – Харьков, 2008. – 39 с.
5. Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України [Текст]. – К.: 1997. – 182 с.
6. ДСТУ-НБ В.2.3-23: 2009 Настанови з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів [Текст]. – К.: 2009.

Поступила в редколлегию 29.04.2011.

Принята к печати 16.05.2011.