

Козлов Л.Н. Генеральный директор ООО
«Строительные системы», академик Международной
и Российской Академии транспорта,
Б.Б. Каримов, Руководитель Секретариата
Межправительственного Совета Дорожников,
академик Международной и Российской Академии

Эксплуатационные состояния железобетонных мостов и некоторые пути их восстановления, усиления, ремонта и защиты.

Строительство и реконструкция искусственных сооружений на дорогах общего пользования является приоритетной задачей государств СНГ. Во всех странах СНГ сформированы программы строительства и реконструкции автодорог на перспективу.

Недоремонт в странах СНГ составляет более 60%, переброс средств с ремонта на строительство только 1 км новой дороги приводит к потере 1,5-3 км эксплуатируемых дорог. [1]

Улучшение эксплуатационного состояния железобетонных мостов – важная и актуальная проблема для нормального функционирования инфраструктурного комплекса. Практически во всех современных развитых государствах это проблема, решается на государственном уровне. Так во Франции в рамках национального проекта ВНР 2000 [2] в различных районах страны выполняется обширная программа долговечности мостовых бетонов, названная «Проектом для XXI века». В США в 1990 году было признано, что 42% от 578000 государственных автодорожных мостов имеют дефекты коррозионной природы [3]. Стоимость восстановления оценивалась в 78 млрд. долларов, а ежегодные потери на топливе и оплате простоев, связанные с плохим состоянием мостов, оцениваются к 2005 году в 50 млрд. долларов [4]. Академией наук и Государственным комитетом по исследованиям США разработано Руководство по защите, ремонту и восстановлению мостовых конструкций [5]. Инженерным Корпусом армии США выработаны критерии эффективности выбора материалов для ремонта несущих конструкций, исходя из их размерной совместимости с существующим бетоном [6]. Международным институтом по ремонту бетона (ICRI) разработал ряд нормативных документов, признанных обязательными для выполнения надежного ремонта бетона и железобетона. Подобная ситуация с состоянием железобетонных мостов существует в Германии, Великобритании и других странах.

По сведениям Всемирного банка, из более чем 60000 автодорожных мостов России 30% находятся в ненадлежащем состоянии вследствие различного рода дефектов, а ежегодно происходит обрушение около 1% автодорожных мостов [7]. Обследование более 600 городских мостов показало, что 20% из них не отвечают по своему состоянию требованиям пропускания современного транспорта, 7% находятся в пред аварийном состоянии, а 4% - в аварийном. В той или иной степени в ремонте нуждаются 100% всех обследованных мостов [8].

На автомобильных и железных дорогах Украины в настоящее время эксплуатируется более 28000 мостов и путепроводов, большинство которых – из железобетона. За последние тридцать лет кардинально изменился количественный и качественный состав автомобильного парка, вследствие чего более 45% общего количества мостов не отвечают по своим параметрам социально-экономическим потребностям и требованиям нормативных документов. Более 300 автодорожных мостов находятся в аварийном или предаварийном состоянии [9].

Наличие и протяженность мостов (путепроводов) на автомобильных дорогах общего пользования стран СНГ (кроме деревянных).

№ п/п	Страны	Единицы, шт./п.м.	Дороги общего пользования	В том числе	
				Государственные (республиканские)	Местные
1.	Азербайджан	шт./п.м.	2071/43279	1182/35950	889/7329
2.	Армения	шт./п.м.	3863/31690	2353/21410	1510/10280
3.	Беларусь	шт./п.м.	5219/166861	2153/89729	3066/77132
4.	Грузия	шт./п.м.	3551/82573	1311/45367	2240/37206
5.	Казахстан	шт./п.м.	3090/118078	1176/51277	1914/66801
6.	Кыргызстан	шт./п.м.	4588/30302	2530/18160**	2058/12142
7.	Молдова	шт./п.м.	1219/24941	518/13100	701/11720
8.	Россия	шт./п.м.	42747/1709203	5645/347148	37102/1362055
9.	Таджикистан	шт./п.м.	2169/37308	769/18232	1400/19076
10.	Украина	шт./п.м.	16099/368566	2365/87660	13734/280906

*Таблица №1 и №2 составлены на основе данных Ведомости Межправительственного Совета дорожников СНГ, выпуск 3, 2004 г..

**В Кыргызстане выделены отдельно международные дороги и на них наличие и протяженность мостов составляют в том числе 967/9860.

Аналогичная ситуация с состоянием железобетонных мостов и в других странах СНГ. Большое количество бетонных и железобетонных искусственных сооружений имеют дефекты, находятся в разрушающемся состоянии и требуют срочного выполнения аварийно-восстановительных работ.

Данные о наличии и протяженности мостов и путепроводов на автомобильных дорогах общего пользования стран СНГ приведено в таблице 1. Большое количество и протяженность мостов приходится на долю железобетонных конструкций.

Неудовлетворительное состояние мостов в целом по дорожной сети приводит к большим социально-экономическим потерям. Это заставляет пересмотреть сложившийся в прежние годы подход к проблеме улучшения мостовых сооружений, изменить политику в области мостов, которая должна устранить указанные выше недостатки.

Реализация концепции улучшения состояния мостовых сооружений на федеральной сети автомобильных дорог России позволит увеличить работоспособность сооружений с 25 лет (сегодняшний уровень) до 35-40 лет, а предельный срок службы сооружения до 60-70 лет[10].

Очень важно подчеркнуть, что «идеология содержания сооружений» принятая в Концепции полностью соответствует передовым наработкам в деле продления эксплуатационного ресурса инженерных сооружений в различных отраслях. Основным моментом, которых являются ремонтно-восстановительные работы на самом главном периоде жизни сооружения – периоде сохранения работоспособного состояния и своевременное выполнение профилактических работ.

Остановимся на проблеме ремонтно-восстановительных работ, поскольку отрасль, занимающаяся ремонтом бетона и железобетона, в том числе водопропускных железобетонных труб (смотрите таблицу №2), стоит перед большой проблемой: как ремонтировать, восстанавливать и предохранять существующий фонд бетонных и железобетонных конструкций, чтобы продлить срок их службы. Выбор материалов и технологии для ремонта – сложный процесс.

Наличие водопропускных труб на автомобильных дорогах общего пользования некоторых стран СНГ.

№ п/п	Страны	Единицы, шт.	Дороги общего пользования	В том числе	
				Государственные (республиканские)	Местные
1.	Армения	шт.	13318	7558	5760
2.	Беларусь	шт.	86413	20543	65870
3.	Грузия	шт.	22199/245504	8771/131837	13428/110666
4.	Казахстан	шт.	43546	13992	29554
5.	Кыргызстан	шт.	18436/234077	11230/154115*	7206/79962
6.	Молдова	шт.	8405/126750	2551/46325	5854/80425
7.	Россия	шт.	446167	40952	405215
8.	Таджикистан	шт.	19790	7961	11829
9.	Украина	шт.	128862	11065	117797

*В Кыргызстане выделены отдельно международные дороги и на них количество водопропускных труб составляют в том числе 7311/91075.

Государственная служба дорожного хозяйства РФ (Росавтодор) впервые в 1996 году официально провозгласила, а в 2002 году уточнила свою Концепцию в области улучшения состояния мостовых сооружений на федеральной сети автомобильных дорог России на период 2002-2010 годы [10]. В соответствии с Концепцией главный замысел в улучшении состояния мостовых сооружений на современном этапе заключается:

1. В сохранении принципа экономической целесообразности при решении вопросов финансирования работ по ремонту и реконструкции мостовых сооружений, исключив случаи перестройки сооружений без экономического обоснования.
2. В изменении финансовой политики в области эксплуатации мостовых сооружений, предусматривающем:
 - существенное увеличение затрат на содержание
 - разделение периода 2002-2010 гг. на два этапа – этап «наращивания» и этап «стабилизации»
 - разумное перераспределение средств между работами, относящимися к содержанию (надзор, уход, профилактика, планово-предупредительные работы).
3. В постоянной работе дорожного хозяйства в направлении повышения долговечности мостовых сооружений, имея в виду в первую очередь:
 - увеличение объемов работ по профилактике и планово-предупредительным работам
 - повышение качества строительных и ремонтных работ
 - увеличение периода эксплуатации мостов после ремонта (например, за счет использования более долговечных материалов и конструкций). При этом следует иметь в виду, что в первую очередь за счет повышения долговечности сооружений появится возможность реальной экономии средств
4. В обеспечении сохранности сооружений и безопасности движения по ним за счет:
 - повышения надежности элементов мостового полотна
 - приведения габаритов мостовых сооружений, в первую очередь на основных магистралях, к нормативным требованиям
 - обеспечения расчетных скоростей движения
 - повышения несущей способности конструкций

5. В завершении создания Системы управления эксплуатацией мостовых сооружений, обеспечив:

- получение более объективной информации о сооружении, без чего невозможно принять правильное решение о стратегии эксплуатации
- организацию постоянно действующего контроля качества работ на всех этапах функционирования сооружения
- формирования в полной мере нормативной базы Системы управления.

Здесь необходимо учитывать не только вопросы технологичности и эксплуатации, но и руководствоваться представлениями и планами заказчика (пользователя) и сохранять соответствие техническим требованиям. Только после того, как будут описаны эти критерии и определены требуемые свойства материалов производится подбор специфичных ремонтных материалов. Почти всегда, чтобы удовлетворить установленным требованиям, необходимо использовать не один материал, а систему материалов.

Выбор подходящих ремонтных материалов – это процесс, в котором необходимо учитывать не только требования по нанесению и характеристики долговечности, но, что более важно, совместимость с субстратом, что обеспечивает долговечность ремонта. Совместимость – это соотношение между физическими, химическими и электрохимическими характеристиками и размерами ремонтной и существующей систем. Это соотношение является обязательным, если ремонтная система должна выдерживать все усилия и напряжение, вызываемое полной нагрузкой, и при этом не терять своих свойств и не разрушаться в конкретных условиях окружающей среды и в течение определенного временного промежутка. Именно несовместимость материалов является главной причиной плохого ремонта. Присвоение высокого приоритета совместимости между ремонтным материалом и существующим субстратом для использования в предполагаемых эксплуатационных условиях позволяет принять правильное решение при выборе материалов. Совместимость подразумевает характер поведения материала, как в затвердевшем, так и в незатвердевшем состоянии.

Самое важное требование к материалу – поведение его размерных характеристик относительно размерных характеристик ремонтируемого субстрата. Несоответствие их является причиной развития внутренних напряжений. Обычно такие напряжения оказывают воздействие на все три составляющие ремонтной композиции: субстрат, контактную область и сам ремонтный материал. Высокое внутреннее напряжение способствует образованию трещин от растягивающих напряжений, потере несущей способности и расслоению, а также вызывает разрушение материала.

Определение свойств ремонтных материалов необходимо выполнить в соответствии с проектным заданием. Решение по выбору ремонтных материалов для ремонта, усиления и восстановления мостов следует принимать только после того, как будут определены характеристики, материалов, которые бы наилучшим образом соответствовали реализации проектного задания. Для обеспечения высококачественного ремонта мостов и искусственных сооружений необходимо присвоить приоритеты конкурирующим требованиям и установить те характеристики, которые являются самыми важными.

После разработки критериев для выполнения ремонта, определяются материалы, обладающие такими свойствами, которые бы отвечали установленным критериям.

Окончательный выбор материала производится на основе взаимосвязи между стоимостью, характеристиками и риском. Выбор материала – это процесс поиска компромисса, основанного на достоверной информированности. Процесс выбора материалов для ремонта представлен в виде схемы:



До начала процесса выбора материалов необходимо определить следующее:

1. Причины разрушений мостов и искусственных сооружений – необходимо обратиться к данным обследования и диагностики и другой вспомогательной информации.

Правильная оценка проблемы имеет существенное значение и является чаще всего решающим фактором выполнения удачного или неудачного ремонта.

2. Требования заказчика – необходимо обладать ясной информацией об объекте. Это можно выполнить в том числе на основе данных паспортизации дорог и мостов. С самого начала следует поднять вопросы о предполагаемом сроке службы, внешнем виде, необходимости или ее отсутствии использовать сооружение во время восстановления, а также финансовые вопросы.
3. Эксплуатационные условия – необходимо произвести оценку всех внешних факторов, включая погодные условия, химическую среду и временные нагрузки, что позволит определить требования к физико-механическим характеристикам.
4. Условия нанесения – предполагаемые погодные условия, доступ, временные рамки выполнения работ, производственные условия и т.п.

Необходимо особо подчеркнуть, что сам по себе даже самый современный ремонтный материал не выполняет требуемую роль, как и не делает это бетонная смесь в автобетоносмесителе или затаренный в мешок материал для ремонта. Исполняет роль конечный продукт- отремонтированное бетонное сооружение. С целью получения отремонтированных бетонных конструкций мостов и искусственных сооружений с высокими эксплуатационными качествами и значительным продлением срока их службы должны быть предложены высокопрофессиональные услуги в сфере обследований и диагностики конструкций и сооружений, разработки проектно-технологических решений, производства и поставки высококачественных ремонтных составов мирового уровня, обучения персонала подрядных организаций технологиям производства ремонтно-восстановительных работ, комплектации необходимым высокопроизводительным технологическим оборудованием и инструментом.

Именно поэтому, зная проблематику восстановления, защиты и ремонта бетона и железобетона Российско-Германское совместное предприятие «Строительные Системы» располагая мировым предлагает комплекс материалов и технологий для ремонта и восстановления железобетонных мостов, путепроводов и других искусственных сооружений в том числе водопропускных труб.

Бетонные смеси «Эмако» успешно применяются более 40 лет, что подтверждает высокую надежность данных материалов и технологий.

Применение предлагаемых технологий позволяет не только восстанавливать геометрические размеры конструкций искусственных сооружений, обеспечивать их гидроизоляцию, но и восстанавливать их несущую способность. Материалы соответствуют ряду специфических требований:

- высокая ранняя В20-В30 (в возрасте 24 часа) и конечная В60-В80 прочность;
- высокая морозостойкость и водонепроницаемость – F 300, W 12 и более;
- повышенная адгезионная прочность сцепления со старым бетоном и арматурой;
- стойкость к воздействию агрессивных сред и отсутствие усадки в процессе твердения;
- высокая подвижность, а также повышенная сохраняемость удобоукладываемости и транспортировки готовых смесей, в том числе, при повышенных температурах;
- тиксотропность, не требует уплотнения;
- выполнение работ с высокой производительностью и в сжатые сроки.

Технологии позволяют снизить затраты по сравнению с традиционными методами в несколько раз и значительно продлить срок службы инженерных сооружений на автомобильных дорогах (мосты, путепроводы, тоннели и другие здания и сооружения из бетона и железобетона).

Данные технологии и материалы широко применялись в различных отраслях: энергетики, химической промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, транспорта.

Применение технологии рекомендуется многими отраслевыми институтами: ВНИИЖТ МПС России, НИИЖБ, «Аэропроект», ЦНИИС, РосдорНИИ, СоюздорНИИ, ОРГРЭС, «Теплопроект».

Следует отметить, что большинство проблем ремонта и защиты бетона сводятся к экономическим проблемам. Де Ситтер подразделил срок службы конструкций на следующие четыре фазы[12]:

Фаза А: Проектирование, возведение и выдерживание бетона

Фаза В: Инициирование деградационного процесса, однако распространение повреждений еще не началось

Фаза С: Начало распространения повреждений.

Фаза Д: Продвинутая стадия распространения обширных повреждений.

Де Ситтер ввел правило «1:5» - «Один доллар затраченный в фазе А, равен 5 долларам в фазе В, равен 25 долларам в фазе С, равен 125 долларам в фазе Д». Необходимы содержание и мониторинг сооружений препятствующие переходу существующих сооружений в фазы С и Д.

При определении экономического эффекта необходимо иметь в виду эти фазы, сравнения и расчеты необходимо производить по конечному результату, хотя преимущества данной технологии и материалов прослеживается даже по ходу выполнения работ.

Сотрудничество предприятия «Строительные системы» и Межправительственного Совета дорожников в свете выполнения Уставных требований, проведения ряда семинаров и встреч, не только с руководством дорожных администраций стран СНГ, но и специалистов связанные работой с эксплуатацией мостов и других искусственных сооружений позволяет надеяться, что предложенная технология и материалы найдет широкое применение в практике эксплуатации искусственных сооружений на автомобильных дорогах стран СНГ.

Литература:

1. Концепция согласованной транспортной политики государств-участников СНГ на период до 2010 года принятое на заседании Экономического Совета СНГ 25.06.04 г.
2. Baroghel – Bonny V., Ammonche A., Hornain H. Jawsewitch Viellissement des Betons en milieu naturel. Une experimentation pour le XXI siecle. Bulletin des laboratoires des Pontes et Chayssees, Number 228, September – October, p.p. 71-86.
3. Ahskol J.J. Bridge evaluation, repair and rehabilitation – NATO ASJ Series E. Applied science, vol. 187. p.p.3-10.
4. Public Roads, № 1, 1996, p.p. 40-45.
5. Concrete Bridge Protection. Repair and Rehabilitation Relative to Reinforcement Corrosion. A Methods Application Manual. Washington. 1993, 266 p.
6. Vaysburd A.M., Emmons P.H., McDonald J.E., Poston R.W., Kerner E. Performance Criteria for Concrete Materials, Phase II «Summary Report», Technical Report REMR – CS - 62, CUS Army Corps of Engineers. Washington. 1999. 58p.
7. Добщиц Л.М. Морозостойкость бетонов транспортных сооружений и пути ее повышения. Дисс. докт. техн. наук. М.: 2000г. 385 с.
8. Вериго Б.М., Ильин Г.В. Состояние железобетонных городских мостов в регионе Урала, Сибири и Дальнего Востока и пути устранения их дефектов. «Транспортное строительство», №№ 6-7, с. 15-17.
9. Кривошеев П.И. Проблемы современного железобетона на Украине. Бетон на рубеже третьего тысячелетия. М.: 2001г.
10. Концепция улучшения состояния мостовых сооружений на федеральной сети автомобильных дорог России (на период 2002-2010 г.г.). М.: 2003г.
11. Guide for Selecting and Specifying Materials for Repair of Concrete Surfaces, ICRI. 1996.
12. Concrete Structures, CEB Bulletin of Information, № 152, 1984.