

# НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ В ДОРОЖНО-МОСТОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Лушка Л.К.*

БГПА, г. Минск

Общая длина автомобильных дорог Республики Беларусь составляет свыше 50 тыс. км, причем дороги республиканского значения на 1995 г. насчитывают 15434 км. На дорогах Беларуси имеется около 6.5 тыс. мостов и путепроводов, в том числе автодорожных 4158 шт. общей длиной 138.9 км; городских мостов 386 шт. общей длиной 18.3 км и площадью 310 тыс. м<sup>2</sup>; железнодорожных 1824 шт. общей длиной 40.2 км.

Общая характеристика по назначению и материалу пролетных строений мостов дана в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика мостов по назначению и материалу пролетных строений

Наименование показателя	Материал пролетных строений				Всего
	сталь	железобетон	бетон, камень	древесина	
Автодорожные, шт.	76	4065	5	12	4158
Длина, м, %	10368.5	128035.7	49.6	411.1	138864.9
	7.56	92.2	0.004	0.29	100
Городские, шт.	23	333	6	24	386
Длина, м	1463.5	16309.0	124.7	394.0	18291.2
Площадь, м <sup>2</sup> , %	14526.5	291933.0	985.0	2378.0	309882.5
	4.7	94.2	0.32	0.77	100
Железнодорожные, шт.	386	1423	смешанные		1824
Длина, м, %	15382	23801	15	975	40159
	38.3	59.3	2.4		100

Из таблицы 1 видно, что на автомобильных дорогах и городских улицах преобладают железобетонные мосты. Стальные автодорожные мосты по длине составляют 7.5 %, городские по площади 4.7 %. Более благоприятное соотношение количества стальных (38.3 %) и железобетонных (59.3 %) мостов на железных дорогах Беларуси.

Как показывает опыт эксплуатации сроки службы стальных мостов составляет 100 и более лет, долговечность железобетонных мостов массовой постройки значительно ниже – 30÷40 лет. Это касается в первую очередь разрезных балочных сборных железобетонных мостов из тавровых блоков с диафрагмами, построенных в 60-е годы. Стыки диафрагм блоков этих мостов выполнялись сваркой закладных деталей. Таких мостов

тов с пролетами до 15 м в Беларуси насчитывается 35 % от общего количества железобетонных автодорожных и городских мостов. Как показал опыт эксплуатации, стыки диафрагм очень рано выходят из строя, а необъединенная железобетонная плита подвержена проломам вследствие одиночного армирования или клавишному эффекту, что способствует повреждению гидроизоляции с последующей течью мостового полотна.

Очень большим недостатком железобетонных мостов является разрезность пролетных строений. Она обуславливает большое количество деформационных швов, конструкция которых в отечественных мостах весьма несовершенна. Это нарушает плавность езды и способствует попаданию воды на опоры и торцевые части блоков пролетных строений, что вызывает коррозию рабочей арматуры главных несущих конструкций.

В настоящее время эти мосты реконструируются, причем возникает сложная проблема по утилизации бывших в употреблении тавровых блоков. Часть из них объединяется накладной плитой и вводится в дальнейшую эксплуатацию, вторая часть заменяется новыми блоками более совершенной конструкции. В последнем случае возникает вопрос, что делать со снятыми блоками пролетных строений? Теоретически их можно дробить с извлечением стальной каркасной арматуры, однако это очень энерго- и трудоемкий процесс. Практически они оставляются у мест съема, что вредит экологии и омертвляет ценное вторсырье.

Несколько долговечнее оказались преднапряженные железобетонные мосты, однако и в них возможно образование опасных дефектов. К таким дефектам, например, относится попадание воды с торцов блоков в пучки преднапряженной арматуры с последующей коррозией высокопрочной проволоки. Поэтому сейчас во многих странах разрабатывается проблема внешнего пучкового армирования мостовых конструкций. В этом случае вышедшие из строя пучки могут заменяться новыми.

В связи с повышением агрессивности окружающей среды открытые бетонные поверхности, особенно из бетонов низкой прочности, оказываются недостаточно стойкими против внешних воздействий. Поэтому в настоящее время актуальна проблема защиты мостовых железобетонных конструкций от атмосферных воздействий с помощью полимерных покрытий.

Изложенное показывает, что старая союзная концепция преимущественного применения простейших железобетонных мостов из бетонов низкой прочности себя не оправдала.

По этим причинам кафедрой "Мосты и тоннели" разработана новая концепция мостового строительства.

Согласно этой концепции в зависимости от размеров мосты на автомобильных дорогах должны строиться из различных материалов. Средние по длине мосты протяженностью от 25 до 100 м с пролетами до 33 м должны строиться из высокопрочных бетонов преимущественно преднапряженными с неразрезными или температурно не-

разрезными пролетными строениями из цельноперевозимых тавровых или П-образных блоков. При этом П-образные блоки проще в устройстве неразрезных стыков над опорами и экономичнее по расходу стали на армирование плиты, но пространственная работа их менее надежна по сравнению с тавровыми блоками, монолитно объединенными между собой по утолщенной с двойным армированием плите.

Для средних железнодорожных мостов с величиной пролетов до 63 м возможно применение коробчатых пролетных строений, возводимых навесно сборкой, навесным или пролетным бетонированием.

В этих случаях имеется возможность использования производственных мощностей Фанипольского завода мостовых железобетонных конструкций.

Малые мосты с длиной до 25 м на дорогах четвертой и пятой категории следует строить из клеенной древесины с применением деревоплиты или деревожелезобетонными пролетными строениями. В последнем случае должна быть обеспечена совместная работа железобетонной плиты и ребер из клеенной древесины. Технология и заводы клеенных деревянных конструкций на основе водостойких клеев в республике имеются. При надлежащей защите древесины маслянистыми антисептиками долговечность деревянных мостов может превысить долговечность железобетонных, особенно в условиях хлоридной агрессии.

Проблема возвращения древесины в мостостроение не является надуманной. В развитых странах (США, Германия, Италия, Швейцария, скандинавские страны) уже строятся мосты и другие сооружения из клеенной и модифицированной древесины. О наступающем ренессансе деревянных конструкций говорит тот факт, что в последние годы возрос интерес мировой инженерной общественности к деревянным конструкциям. Об этом свидетельствуют состоявшиеся научные конференции по деревянным конструкциям: 1988 г. – в Сиэтле, США, Вашингтонский университет; 1990 г. – в Токио, Токийский университет, Институт исследований и развития, Институт лесных проблем Японии; 1991 г. – в Лондоне, Ассоциация исследования и развития деревянных конструкций; 1992 г. – в Куала Лумпур, Малазия, Ассоциация деревянных конструкций; 1994 г. – в Золотом берегу, Австралия, Совет по исследованию и развитию деревянных конструкций. Материалы этих конференций составляют в итоге 6 тыс. страниц текста, где изложены положительные результаты экспериментально-теоретических исследований, приводятся технико-экономические расчеты и даются реальные примеры внедрения. Один из таких примеров – деревянный пешеходный мост с 70 метровым судоходным пролетом через канал Майн-Рейн-Дунай, построенный в 1993 г. немецкими инженерами.

Рассматривая эту проблему, следует иметь в виду, что республика в силу сложившихся обстоятельств обладает территорией с плодородными почвами, на которых можно успешно выращивать строевой лес, пригодный для строительства деревянных

мостов. Имеется в виду чернобыльская зона республики, где выращивание других культур длительное время будет исключено.

На дорогах 1..3 категорий, повидимому, даже малые мосты и путепроводы должны строиться более капитальными из предварительно напряженного железобетона или железобетона с комбинированным армированием.

Большепролетные мосты в Беларуси в настоящее время строятся только из стали или сталежелезобетона. Под сталежелезобетоном здесь подразумевается комплексная конструкция пролетных строений, состоящая из стальных двутавровых или коробчатых ребер и железобетонной плиты проезжей части, работающих как одно целое благодаря объединению стали и железобетона посредством специальных связей (упоров). И те и другие мосты неплохо зарекомендовали себя в работе. Общий их недостаток – высокая металлоемкость и большие эксплуатационные расходы вследствие развитости поверхностей тонкостенных стальных конструкций.

Экономия стали и снижение эксплуатационных расходов может быть достигнуто, если перейти на строительство сталебетонных мостов. При этом под сталебетоном понимаются стальные трубы, заполненных бетоном. Сталебетон обладает рядом преимуществ по сравнению с железобетонными и стальными конструкциями. По долговечности он не уступает стальным конструкциям, по расходу металла он почти в два раза экономичнее. Эксплуатационные расходы вследствие минимальной поверхности и обтекаемости круглых сечений тоже ниже таковых для стальных конструкций (с развитой поверхностью).

Энергоемкость сталебетона значительно ниже, чем традиционных конструкций, поскольку арочные сталебетонные мосты предполагается строить по двухступенчатой технологии, а именно: сначала монтаж легких трубчатых стальных конструкций, затем, в теплый период года, нагнетание бетонной смеси в полости трубчатых элементов с последующим ее твердением без подогрева, в естественных условиях.

Нагнетание бетонной смеси – операция хорошо отработанная в технологии бетона. Она обладает высокой степенью механизации. Эффективность ее состоит и в том, что в ней совмещаются две трудоемкие и энергоемкие операции, характерные для обычной технологии бетона: укладка и уплотнение бетонной смеси. Формирование плотной структуры бетона при нагнетании под давлением тоже происходит более успешно, нежели при атмосферном давлении (при виброукладке).

Сталебетонные мосты обладают и другими преимуществами перед мостами из традиционных материалов, как-то: повышенной надежностью, эстетичностью, устойчивостью против динамических и сейсмических нагрузок. Повышенная надежность сталебетонных мостов обуславливается постепенностью (нехрупкостью) разрушения сталебетона. Это свойство сталебетона заложено в самой его природе, в особенностях деформирования и разрушения, поскольку достижение пластической стадии стальной трубой в сталебетоне еще не влечет за собой разрушения элемента. Разрушение наступает

значительно позже, при превышении действующих нагрузок на 20÷30 % сверх нагрузок текучести стальной трубы. А поскольку расчетные нагрузки меньше предельных по текучести трубы, то в сталебетоне имеется гарантированный запас против разрушения за счет работы стальных труб в зоне упрочнения.

Применение арочных или решетчатых сталебетонных пролетных строений в большепролетных мостах на дорогах республики сулит большой технико-экономический эффект.

В этом заключается суть новой разрабатываемой кафедрой "Мосты и тоннели" Белорусской государственной политехнической академии концепции мостостроения в Республике Беларусь.

А что же сами автомобильные дороги? Здесь тоже, оказывается, необходимы новые идеи и подходы, поскольку дорожная сеть республики в настоящее время оказалась в очень тяжелом положении. На сегодняшний день в республике нет средств на строительство новых дорог и даже не хватает их на реконструкцию и ремонт имеющихся. Одна из причин этого кроется в ущербности старой союзной концепции строительства автомобильных дорог с недолговечными асфальтобетонными покрытиями, которые требуют частых ремонтов и этим высоких эксплуатационных расходов на содержание дорог.

Между тем, передовые развитые страны уже давно перешли на строительство автострад с более совершенными и долговечными бетонными покрытиями. В США, например, цементобетонные покрытия автомобильных дорог составляет 80 %. Асфальтобетонные там устраиваются лишь на просадочных основаниях. В 1993 г. в Польше принята 15-летняя программа строительства автострад с бетонными и железобетонными покрытиями протяженностью 2600 км. Ранее, в 80-х годах аналогичные программы были приняты во Франции и США. Стоимость американской программы строительства стратегических автострад с цементобетонными покрытиями составляет 50 млрд. долларов США в год.

В Германии автобаны с бетонными покрытиями строились еще в довоенное время. Срок службы цементобетонных покрытий немецких автомобильных дорог достигает 50÷60 лет без замены, в то время как асфальтобетонные покрытия через каждые 3÷8 лет требуют капитального ремонта

Есть положительный опыт строительства и эксплуатации автомобильных дорог с цементобетонными покрытиями и в нашей стране. Например, автомобильная дорога Калинковичи-Пинск с цементобетонным покрытием толщиной 20 см находится в хорошем состоянии после 30 лет эксплуатации.

Несмотря на это протяженность республиканских автомобильных дорог с цементобетонными покрытиями составляет лишь 922 км или 6.0 % от общей протяженности республиканских дорог. Если учесть и местные дороги, то эта цифра снизится до 3 %.

По данным бельгийских инженеров стоимость строительства и эксплуатации покрытий дороги длиной 1 км с двухполосным движением составляет (в долларах США, после 20 лет эксплуатации): асфальтобетонных: 460 тыс. – строительство, 120 тыс. – эксплуатация; цементобетонных: 490 тыс. – строительство, 60 тыс. – эксплуатация. В итоге цементобетонные покрытия оказываются дешевле асфальтобетонных. Превосходят они асфальтобетонные покрытия по ряду технических параметров, таких как: несущая способность, ровность, сцепление, светлость, отсутствие образования колеиности, высокая экологичность, недефицитность исходных материалов. В Беларуси, например, имеются прекрасные цементные заводы и богатые запасы заполнителей для бетона, но не хватает нефти и нет природного битума.

В чем же заключаются причины отставания отечественного дорожного строительства в области внедрения цементобетонных покрытий? Главной причиной является большая техническая сложность их устройства. Здесь требуются более квалифицированные инженерно-технические кадры в области проектирования, строительства и эксплуатации дорог, а также наличие совершенных методов и средств укладки бетона в покрытие. Однако, в первую очередь, требуется наличие эффективной технологии производства высокопрочных, плотных и стойких против действия агрессивных сред бетонов. В этой области у нас наблюдается серьезное отставание научных разработок. Классы обычно применяемых бетонов в белорусском строительстве как правило не поднимаются выше В35÷В40. Между тем, американские и французские ученые пришли к выводу о том, что оптимальные классы бетона по прочности для цементобетонных покрытий автострад составляют В80÷В90.

По данным Европейского комитета по бетону в 1983–1994 годах на 17 дорогах, построенных в различных регионах мира, применялись сборные и монолитные цементобетонные покрытия автодорог с прочностью бетона В65÷В133. При этом приведенная стоимость с учетом межремонтных сроков и сроков службы дорог оказалась ниже, чем для традиционно применяющихся покрытий из бетонов классов В40÷В60 по прочности.

Применение высокопрочных бетонов повышает трещиностойкость и прочность покрытия, снижает расход бетона на их устройство, автоматически устраняет шелушение, выкрашивание, образование ямочности покрытия.

Строительство дорог с цементобетонными покрытиями требует повышенного внимания к подготовке оснований под покрытия, к рациональному нарезанию и герметизации швов, армированию деформационных швов и стыков сборных железобетонных плит покрытий. Здесь требуется перестройка всего высшего дорожного образования, повышение роли науки в разработке технологических процессов создания долговечных бетонных покрытий. Для этого необходимо отказаться от старых догм в дорожной отрасли, привлекать и развивать новые идеи и концепции, шире использовать зарубежный опыт. Особо актуально разработка (или закупка за рубежом) современных производителей бетоноукладчиков и других дорожно-строительных машин, позволяющих опе-

ративно перейти на новую, более совершенную концепцию строительства автомобильных дорог. В первую очередь необходимо обеспечить приток в отрасль талантливой молодежи, компетентных и энергичных работников дорожной отрасли.

Переход на новую концепцию строительства автомобильных дорог с преимущественным применением цементобетонных покрытий сулит Республике большой экономический эффект за счет снижения закупок нефтепродуктов для переработки их в битум. Он улучшит экологическую обстановку в стране вследствие уменьшения канцерогенных выбросов отходов переработки нефтепродуктов, повысит пропускную способность автомобильных дорог за счет увеличения межремонтных сроков, сделает более безопасным, привлекательным и комфортным проезд по дорогам Республики, увеличит экономическую отдачу дорожной сети в бюджет республики за счет оплаты транзита

### **Заключение и выводы**

Как следует из изложенного для совершенствования дорожно-мостовой сети Республики Беларусь необходимы разработка и внедрение новых, современных принципов строительства дорог и мостов с использованием опыта передовых развитых стран. В частности, в мостовом строительстве необходимо:

1. совершенствовать системы средних по величине железобетонных мостов, особое внимание обратив на повышение прочности и морозостойкости применяемых бетонов, улучшение водоотвода, гидроизоляции и качества деформационных швов, применение неразрезных балочных и рамных пролетных строений и опор мостов с предварительно напряженным комбинированным и внешним армированием;
2. разработать и внедрить малые и средние балочные мосты из клееной древесины и деревожелезобетона для автомобильных дорог низких категорий;
3. разработать и внедрить арочные и решетчатые системы большепролетных сталебетонных мостов.

В дорожном строительстве:

1. отказаться от повсеместного устройства асфальтобетонных покрытий, шире внедрять цементобетонные покрытия;
2. разработать и внедрить высокопрочные морозо-, сульфато- и кислотостойкие бетоны для дорожных покрытий;
3. разработать и введя директивные органы на утверждение научно-технические программы по следующим направлениям:
  - деревянные и деревожелезобетонные автодорожные мосты;
  - сталебетонные автодорожные мосты;
  - цементобетонные и железобетонные покрытия автомобильных дорог.