

УДК 625.7

И. И. Леонович, доктор технических наук, профессор (БНТУ);
П. Л. Гадуцкий, инженер (БелдорНИИ)

ПОВЫШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МОСТАМ И ПУТЕПРОВОДАМ В УСЛОВИЯХ ВОЗРОСШИХ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ТРАНСПОРТНЫХ НАГРУЗОК

Развитие экономики Республики Беларусь и рост благосостояния людей сопровождаются увеличением парка транспортных средств, в том числе крупногабаритных и тяжеловесных автомобилей. Часто возникает необходимость перевозить грузы со значительной массой на крупные строительные объекты. Все это приводит к быстрому износу дорожного покрытия, сокращению срока службы инженерных сооружений, и в том числе мостов и путепроводов. В статье приводятся меры по обеспечению их эксплуатации в условиях возросших транспортных нагрузок и основные направления работы по дальнейшему развитию мостового хозяйства.

The development of the Belarusian economy and people's prosperity accompanied by an increase in the vehicle fleet, including oversized and heavy cars. An hour there is a need to carry cargo with a large mass on large construction sites. All this leads to a rapid deterioration of road surface, reducing the service life of engineering structures, including bridges and overpasses. The article lists of the measure to ensure their operation in terms of increased traffic loads and the main directions for the further development of bridge management.

Введение. В Республике Беларусь функционирует развитый транспортно-дорожный комплекс. Парк автомобилей превышает 3 млн. единиц. Среди них автомобили различного класса и со значительными осевыми нагрузками. Объем перевозимых грузов (2010 г.) достиг 106 млн. т, а пассажиров автобусами – 1 257 млн. человек, что соответственно составляет 60,7% и 57,2% от общего объема перевозок в стране. Грузооборот в то же время составил 10 252,2 млн. т-км (24,0%), а пассажирооборот – 7 247,4 млн. пассажиро-км (36,6%). Среднее расстояние перевозки грузов было равно 9,6 км, а пассажиров – 5,8 км. Грузооборот автомобильного транспорта в 2010 г. увеличился по сравнению с 2000 г. в 2,5 раза.

Кроме республиканского автомобильного транспорта, формирующего транспортные потоки, на магистральных дорогах Беларуси можно встретить немало автомобилей сопредельных государств, в том числе большегрузные автомобильные поезда. Все это свидетельствует о достаточно интенсивном развитии автомобильного транспорта в нашей стране и значительной интенсивности транспортных средств на дорогах. Одновременно с развитием автомобильного транспорта развивается и сеть автомобильных дорог. По состоянию на 01.01.2011 г. протяженность автомобильных дорог общего пользования превышает 86,4 тыс. км, из которых 74,6 тыс. км (87,4%) составляли дороги с твердым покрытием. По значимости в экономике государства и техническому уровню дороги разделяются на республиканские магистральные (3 200 км; 3,8%), просто республиканские (12 281 км; 314,2%) и местные (7 087 км; 82,0%), а по видам дорожных покрытий на асфальтобетонные (52,4%), цементобетонные (1,6%), черные гравийные и черные

шоссе (1,4%), гравийные и щебеночные (30,9%), мостовые (0,2%) и грунтовые (13,5%). На данный момент ведутся строительство крупных транспортных развязок, в том числе при участии иностранных специалистов, реконструкция и ремонт магистралей и республиканских автомобильных дорог. При производстве работ активно внедряются новые методы работы, современные строительные материалы и разработки белорусских институтов. Проводимая работа связана, прежде всего, с повышением качества автомобильных дорог страны, удобства и безопасности людей, увеличением пропускной способности дорожной сети.

Наличие автомобильных дорог в областях нашей страны и некоторые их основные характеристики приведены в табл. 1.

Таблица 1

Протяженность автомобильных дорог общего пользования в областях Республики Беларусь (01.01.2011)

Область	Всего дорог, км	В том числе	
		республиканские	местные
Брестская	10 675	2 353	8 322
Витебская	17 710	2 975	14 731
Гомельская	12 392	2 266	10 126
Гродненская	12 871	2 144	10 727
Минская	19 440	3 317	16 123
Могилевская	13 327	2 486	10 841
<i>Итого</i>	86 415	15 541	70 874

Данные табл. 1 свидетельствует о развитии сети автомобильных дорог во всех областях, причем это развитие достаточно гармоничное и соответствует особенностям региональной экономики.

Неотъемлемой частью дорожного хозяйства Республики Беларусь являются мосты, путепроводы и другие сооружения. Поддержание в требуемом эксплуатационном состоянии существующих транспортных сооружений, их модернизация и новое строительство – проблема большой государственной важности.

Основная часть. Наряду с развитием сети автомобильных дорог и повышением транспортно-эксплуатационных качеств республиканских и местных дорог все большее внимание уделяется дорожно-транспортным сооружениям – мостам, путепроводам, водопропускным трубам, а в городах и подземным переходам. О наличии мостов и труб на автомобильных дорогах общего пользования (01.01.2010) можно судить по данным табл. 2 и 3.

Таблица 2

Мосты и трубы на республиканских дорогах

Область	Мосты		Трубы	
	количество, шт.	протяженность, пог. м	количество, шт.	длина, пог. м
Брестская	410	15 668	2 354	45 675
Витебская	359	13 942	5 097	96 584
Гомельская	276	17 503	2 213	39 825
Гродненская	260	9 821	3 984	63 835
Минская	589	25 932	4 529	101 716
Могилевская	334	16 443	3 643	62 334
<i>Итого</i>	2 228	99 309	21 820	409 969

Средняя длина мостов на республиканских дорогах составляет около 45 м, а на местных

дорогах – 26 м. Мосты длиной до 25 м на республиканских дорогах составляют 45%, а на местных – 67%; длиной от 26 м до 100 м соответственно 48% и 30% и свыше 100 м – 7% и около 3%. Длина труб соответственно 19 и 13 м. Среднее расстояние между мостами на республиканских дорогах равно 7 км, а на местных – 23 км. Отсюда можно сделать вывод, что роль пропуска воды малых водотоков под насыпями в ряде случаев выполняют водопропускные трубы.

Таблица 3

Мосты и трубы на местных дорогах

Область	Мосты		Трубы	
	количество, шт.	протяженность, пог. м	количество, шт.	длина, пог. м
Брестская	196	6 095	5 238	74 210
Витебская	857	18 397	16 819	217 606
Гомельская	443	11 302	6 925	96 044
Гродненская	470	11 734	12 994	165 409
Минская	660	20 145	18 110	223 850
Могилевская	420	41 275	13 184	172 952
<i>Итого</i>	3 046	78 948	73 270	952 071

Управление эксплуатацией мостов и труб на дорогах общего пользования осуществляют автодоры и облдорстрой (табл. 4). Около 30% искусственных сооружений на республиканских дорогах находится в ведении РУП «Минскавтодор-Центр», на местных большее количество их приходится на зоны ответственности КУП «Витебскоблдорстрой» и КУП «Минскоблдорстрой».

Таблица 4

Управление эксплуатацией мостов и труб

Организация	Мосты				Трубы			
	количество		длина		количество		длина	
	шт.	%	пог. м	%	шт.	%	пог. м	%
На республиканских дорогах								
РУП «Минскавтодор-Центр»	723	32,4	32 948	33,2	5 120	23,5	121 718	29,6
РУП «Бреставтодор»	316	14,2	10 175	10,2	2 071	9,5	35 028	8,5
РУП «Витебскавтодор»	314	14,1	12 263	12,4	4 783	21,9	87 149	21,2
РУП «Гомельавтодор»	282	12,7	17 726	17,8	2 220	10,2	39 972	9,8
РУП «Гродноавтодор»	259	11,6	9 754	9,8	3 983	18,2	63 768	15,6
РУП «Могилевавтодор»	334	15,0	16 443	16,6	3 643	16,7	62 334	15,2
<i>Итого</i>	2 228	100	99 309	100	21 820	100	409 969	100
На местных дорогах								
КУП «Брестоблдорстрой»	196	6,4	6 095	7,7	5 237	7,2	74 199	7,8
КУП «Витебскоблдорстрой»	857	28,1	18 397	23,3	16 819	23,0	217 606	22,8
КПРСУП «Гомельоблдорстрой»	443	14,5	11 302	14,3	6 925	9,4	98 044	10,3
КУП «Гроднооблдорстрой»	470	15,4	11 734	14,9	12 994	17,7	165 409	17,4
КУП «Минскоблдорстрой»	660	21,7	20 145	25,5	18 112	24,7	223 814	23,5
КУП «Могилевоблдорстрой»	420	13,8	11 275	14,3	13 183	18,0	172 939	18,2
<i>Итого</i>	3 046	100	78 948	100	73 270	100	952 071	100

Дорожные организации, специализированные мостовые подразделения департамента «Белавтодор» проблемам мостового хозяйства уделяют большое внимание. Основными направлениями при этом являются: усовершенствование нормативной базы, диагностика эксплуатационного состояния сооружений, внедрение новейших технологий проектирования, строительства и эксплуатации мостов и труб. Подтверждением этому является нижеследующая информация.

Несколько лет назад было разработано Изменение № 3 СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы» [1], которым изменен уровень временных нормативных нагрузок на мостовые сооружения – введены новые, более высокие классы нагрузок А14 и НК-112 [2]. Введение в практику этих классов нагрузок позволило повысить требования к конструкции мостов.

В 2009 г. в Государственным предприятием «БелдорНИИ» были разработаны технические кодексы установившейся практики ТКП EN, идентичные Еврокодам:

ТКП EN 1991-2-2009 Еврокод 1. Воздействие на конструкции. Часть 2. Транспортные нагрузки на мосты [3];

ТКП EN 1992-2-2009 Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 2. Железобетонные мосты. Правила проектирования и расчета;

ТКП EN 1993-2-2009 Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 2. Стальные мосты;

ТКП EN 1994-2-2009 Еврокод 4. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 2. Основные принципы и правила для мостов.

Вертикальные нагрузки на мосты предусмотрено учитывать в виде следующих грузовых моделей:

– грузовая модель 1. Сосредоточенные и равномерно распределенные по площади нагрузки, которые имитируют воздействия на сооружение грузовых и легковых автомашин. Эта модель предназначена для общих и местных проверок;

– грузовая модель 2. Одиночная осевая нагрузка с определенными контактными отпечатками автомобильных шин, включающая в себя динамические воздействия на короткие конструктивные элементы. Эта модель рассматривается отдельно и предназначена исключительно для местных проверок;

– грузовая модель 3. Отдельные грузовые оси, представляющие специальные колесные нагрузки (например, промышленный транспорт, который должен перемещаться по дорогам, предназначенным для пропуска сверхнормативных нагрузок). Эта модель используется

только по требованию заказчика, для выполнения общих и местных проверок;

– грузовая модель 4. Нагрузка от толпы. Эта модель применяется только по требованию заказчика. Она предназначена для общих проверок.

Грузовые модели 1 и 2 предназначены для постоянных эксплуатационных ситуаций и при проведении ремонтных работ; грузовые модели 3 и 4 – для некоторых краткосрочных проектных ситуаций. Нагрузка от толпы применяется по требованию заказчика для мостов, расположенных в городах, так как ее воздействие не охвачено грузовой моделью № 1.

Главная система нагрузок (грузовая модель № 1) состоит из двух независимых нагрузок, тележки (тандема) и равномерно распределенной нагрузки по площади.

Учитывая, что проектирование мостов по нормам Еврокода 1 приводит к более высоким финансовым и материальным затратам, БелдорНИИ рекомендует использовать в первую очередь Еврокод 1 для больших мостов, расположенных на участках дорог с высокой интенсивностью транспортных потоков, а также для всех мостов, расположенных в крупных населенных пунктах.

Диагностика технического и эксплуатационного состояния мостов и путепроводов является неотъемлемой частью обоснованного управления мостовым хозяйством. Проводимые систематические обследования показывают, что основными дефектами являются: размораживание бетона конструктивных элементов опор и балок пролетных строений; точечная коррозия металлического перильного и барьерного ограждения; нарушение герметичности деформационных швов, локальные нарушения герметичности гидроизоляции мостового полотна.

Результаты проведенных БелдорНИИ в 2010 г. обследований мостов и путепроводов показывают, что 49 сооружений не соответствуют классу грузоподъемности, установленному для категории дороги и 26 – габариту мостового полотна из 108 обследованных объектов. Чаще всего несоответствие проявляется на дорогах третьей и четвертой категории. Основные причины дефектов, влияющих на несущую способность сооружения, – негерметичность деформационных швов и гидроизоляции. Данные дефекты характерны для всех мостовых сооружений и связаны с высокой интенсивностью движения.

Несоответствие воздействий фактической грузоподъемности мостов приводит к необходимости принимать особые методы пропуска тяжеловесных машин. К ним относятся: кон-

троль весовых параметров, уменьшение скорости движения транспортных средств с крупногабаритными и сверхнормативными грузами, усиление конструкции пролетных строений, использование объездов и др.

На рис. 1 приведен тягач с прицепом, перевозившим груз массой 560 т. нетто. Его маршрут проходил по дорогам М-4 Минск – Могилев и М-5 Минск – Гомель, по мостам через ручей Поплавка, реки Усса, Свислочь и др.



Рис. 1. Провоз нагрузки 560 т по территории Беларуси

Для безопасного пропуски сверхнормативного груза на мосту через реку Свислочь (рис. 2) было сделано дополнительное опирание четырех средних балок пролетных строений в середине пролета в виде временных опор, изображенных на рис. 3. Временные опоры, собранные из шпал $180 \times 250 \times 2750$ по ГОСТ 78-1989 (шпальная клетка), уложены послойно вплотную друг к другу. При проезде нагрузки производились необходимые замеры. Наблюдения подтвердили эффективность принятых решений.



Рис. 2. Мост через реку Свислочь на автодороге М-5 Минск – Гомель



Рис. 3. Временные опоры, собранные из шпал $180 \times 250 \times 2750$ по ГОСТ 78-1989

Проблемы мостового хозяйства находятся в центре внимания научной инженерной общественности. На Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в строительстве автомобильных дорог, мостов и подготовки инженерных кадров в Республике Беларусь» (БНТУ, 2008) мостовой тематике было посвящено около 20 докладов [4]. С докладами выступили доктора наук Г. Д. Ляхевич, Г. П. Пастушков, М. К. Балыкин, кандидаты наук С. Н. Свиридович, В. А. Кузьмицкий, Л. В. Гулицкий, С. И. Зиневич и др. Были рассмотрены пути совершенствования несущих конструкций железобетонных мостов, вопросы проектирования пролетных строений под современные нагрузки А14 и НК112, способы реконструкции и капитального ремонта мостов, планирование работ по их содержанию и ремонту, расчеты грузоподъемности железобетонных мостовых консольных плит и др.

На республиканской научно-практической конференции [5] достаточно подробно рассмотрено состояние вопросов о разработке и внедрении в практику Еврокодов для проектирования мостовых конструкций в Республике Беларусь. В частности, отмечено, что переход на европейские нормы – процесс длительный и завершить его в установленные правительством сроки можно на основании глубоких исследований и изучения опыта европейских стран (БелдорНИИ, Т. М. Сергеева). В докладе Г. П. Пастушкова, В. Г. Пастушкова, О. М. Войтович «Введение Еврокодов для проектирования мостовых конструкций в Республике Беларусь» раскрыты научно-организационные основы разработки и внедрения технических кодексов установившейся практики и технико-экономические обосно-

вания перехода на европейские нормы проектирования мостовых конструкций.

Следовательно, для соблюдения требований, которые в настоящее время предъявляют к мостам и путепроводам в республике, научными проектными и производственными организациями предпринимаются и реализуются на практике различные меры, обеспечивающие необходимое техническое соответствие.

Заключение. 1. Возросшая интенсивность транспортных потоков на автомобильных дорогах Беларуси и увеличение доли крупногабаритных и тяжеловесных транспортных средств повышает требования к мостам и путепроводам.

2. Большое количество мостов и путепроводов было построено десятки лет тому назад и в настоящее время не соответствует современным требованиям по грузоподъемности и габаритам. Многие искусственные сооружения под влиянием внешних транспортных нагрузок и погодно-климатических факторов потеряли свои первоначальные качества и содержат значительное количество повреждений.

3. Для повышения эксплуатационных качеств мостов и путепроводов необходимо своевременно выполнять профилактические работы по их содержанию, использовать новейшие методы гидроизоляции, устройства водонепроницаемых покрытий на ездовом полотне мостов и др.

4. Новые объекты мостового хозяйства необходимо проектировать и строить с учетом европейских норм, а для этого эти нормы должны быть адаптированы к гидрологическим особенностям белорусских рек и климатическим условиям Республики Беларусь.

5. Основными требованиями к мостам и путепроводам в условиях возросших интенсивности движения и транспортных нагрузок будет применение новых видов гидроизоляции мостового полотна, новой, более долговечной конструкции деформационных швов, а также проектирование новых конструкций пролетных строений, соответствующих установленным транспортным нагрузкам.

Литература

1. Мосты и трубы: СНиП 2.05.03-84. – Введ. 30.11.1984. – М., 1985. – 200 с.

2. Железобетонные сборно-монолитные конструкции. Правила проектирования. ТКП 45-5-03-97-2009 (02250). – Введ. 01.01.2010. – Минск: Минстройархитектуры, 2009.

3. Еврокод 1. Воздействие на конструкции. Часть 2. Транспортные нагрузки на мосты: ТКП EN 1991-2-2009 (02250). – Введ. 01.01.2010. – Минск: Минстройархитектуры, 2010.

4. Инновационные технологии в строительстве автомобильных дорог, мостов и подготовке инженерных кадров в Республике Беларусь / Наука – образованию, производству, экономике: материалы 6-й Междунар. науч.-техн. конф., г. Минск, 17–18 дек. 2008 г. / отв. ред. И. И. Леонович. – Минск, 2008. – 384 с.

5. Приоритетные направления строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог: качество, комфорт, безопасность: материалы республик. науч.-практ. конф., г. Минск, 25 ноября 2010 г. / ред. С. Е. Кравченко. – Минск, 2010. – 182 с.

Поступила 01.04.2011