

АНАЛИЗ ДЕЙСТВУЮЩИХ НОРМ

Транспортная нагрузка на мосты – один из самых варьируемых параметров при оценке надежности и несущей способности моста, и ее точная оценка позволяет получать громадную экономию за счет снижения стоимости строительства, реконструкции, содержания или его замены [12].

О.В. Скворцов,
президент Ассоциации
дорожных проектно-
изыскательских
организаций «РОДОС»

Именно поэтому за рубежом в последние десятилетия было проведено много исследований в области моделирования транспортных нагрузок и создания теоретических основ для нормирования расчетных нагрузок на мостовые сооружения, которые бы обеспечивали разумный баланс между затратами и безопасностью. К сожалению, отечественные исследования в этой области практически не велись, и нам приходится сейчас довольствоваться опытом наших зарубежных коллег.

Анализ зарубежного опыта показывает, что в последние годы подход к определению расчетных транспортных нагрузок на мосты заметно эволюционировал. В современных зарубежных нормах статические модели, принятые ранее, представляющие реальные тяжелые грузовики, были заменены виртуальными моделями [14].

Такой подход не все воспринимают однозначно, поскольку не все модели, созданные на основе виртуальных моделей, обеспечивают соответствие нагрузочного эффекта соответствующему загрузению реальными нагрузками.

Современные методы создания транспортных нагрузок на мосты предусматривают вероятностный анализ состава транспортного потока и условий движения, для которого необходима информация о существующих условиях движения. Статистический анализ этих данных позволяет получить распределение наиболее существенных параметров потока, таких как состав движения, расстояние между движущимися автомобилями, расстояние между осями, массу, длину и

скорость движения каждого грузовика.

Необходимым условием для моделирования нагрузки является ее соответствие транспортным потокам, измеренным именно в том месте, где планируется строительство моста [12].

Результаты проведенных за рубежом исследований показали, что удовлетворительные результаты при нормировании транспортных нагрузок можно получить только в том случае, если исходные данные для разработки модели этой нагрузки основываются на результатах исследования транспортных потоков, проведенных в предполагаемом месте применения модели нагрузки [12]. А расчетная модель временной нагрузки должна приниматься с учетом заданной вероятности появления такой нагрузки на проектируемом сооружении за расчетный период эксплуатации. Это правило положено в основу норм проектирования всех ведущих стран мира. Однако авторы разрабатываемых отечественных норм этими правилами не руководствуются. Отличие в подходах обходится российскому государству в сотни миллиардов рублей.

В последнее десятилетие у нас в стране дважды обновлялись нормы нагрузок на мостовые сооружения – в 2007 [1] и 2011 [8] годах, в результате чего были получены нормативные временные вертикальные нагрузки от подвижного состава в виде полос АК, моделирующих движение колонн грузовиков, и колесной нагрузки НК, моделирующей воздействие одиночных тяжелых транспортных средств.

Эти нормы, разработанные ОАО «ЦНИИС», были восприняты неоднозначно и вызвали немало вопросов при их практическом использовании. Уже после принятия в 2011 году ныне действующих норм проектирования мостов [8], ОАО «ЦНИИС» были предприняты еще две безуспешные попытки изменить нормы нагрузок на мосты. Первая предусматривала гармонизацию наших норм с Еврокодом 1 «Транспортные нагрузки на мосты», выпустив к нему национальное приложение [2]. Затем был подготовлен проект межгосударственного стандарта «Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения» [5].

Однако оба этих документа, по существу, повторяли существующие нормы и их недостатки, не учитывали описанный выше зарубежный опыт и современные методы моделирования нагрузок и не были рекомендованы к утверждению.

Особенностью всех норм, разработанных ЦНИИСом, является отсутствие научного обоснования нагрузок. Получить от авторов четкое разъяснение, каким образом были получены предлагаемые ими нагрузки, не удается. Более десяти лет я безуспешно пытался узнать, как была получена модель нагрузки АК, и наконец на совещании в ЦНИИСе 12 сентября 2013 года молодой сотрудник Н.В. Илюшин ответил на мой вопрос, сказав, что эта нагрузка была получена вероятностным методом.

Однако как можно было использовать теорию вероятностей, если в нормах не установлен срок службы? Этот вопрос остался без ответа. И вряд ли авторы могли использовать

теорию вероятностей, если они не обращались к базам данных Росавтодора, в которых ведется учет перевозок тяжеловесных грузов.

На протяжении многих лет для моделирования транспортных нагрузок использовалась модель свободного транспортного потока. Однако уже с начала 90-х годов, с появлением заторов на дорогах, этот подход изменился.

Поэтому в настоящее время в нормах всех ведущих стран мира модели транспортных нагрузок определяют, исходя из условий стесненного потока, при котором транспортные средства двигаются с минимальными скоростями и минимальными интервалами. Для мостов с малыми пролетами (менее 40 м) в таких случаях следует обязательно проводить проверку при движении в условиях свободного транспортного потока с учетом динамического воздействия [12]. Однако авторы наших норм этого не учли, что стало причиной серьезной ошибки.

Исследованиями, выполненными проф. П.И. Саламахиным (МАДИ ГТУ), было наглядно показано, что при сопоставлении нагрузочного эффекта от нагрузки А14 и нагрузок от реальных колонн тяжелых грузовиков, расположенных с интервалом 6 м, нагрузка А14 для больших пролетов (более 60 м) оказалась недостаточной, а при малых пролетах — избыточной [3]. При этом расчетной нагрузкой для мостов малых пролетов является, как правило, нагрузка Н14 массой 100 тонн, создающая еще большее усилие.

Еще одной принципиальной ошибкой действующих норм является установление единой нагрузки для всех мостов и труб, расположенных на дорогах общего пользования, дорогах сельскохозяйственных организаций и предприятий, на улицах и дорогах городов, поселков и сельских населенных пунктов (за исключением деревянных мостов и мостов, расположенных в рекреационных и природоохраненных зонах).

Нагрузка А14, моделирующая нормальные случаи движения автотранспортных средств, представляет собой полосы нагрузки, включающие одну двухосную тележку с осевой нагрузкой 14 тонн на каждую ось и равномерно распределенную нагрузку интенсивностью 1 т/м. Нагрузка Н14, моделирующая воздействие тяжелых одиночных колесных транспортных средств, включает в себя четырехосную тележку с нагрузкой на каждую ось 25 т и общей массой 100 т! Применение в нормах единой нагрузки для мостов, расположенных на всех дорогах, не знает аналогов в мире. Это еще одна серьезная ошибка разработчиков норм, которая является следствием неправильного методического подхода к обоснованию нагрузок, при котором авторы не учитывают реальные транспортные потоки и результаты учета движения.



на приведенных ниже photographиях (см. фото 1).

Сегодня Россия является единственной страной в мире, где нормами установлена единая нагрузка для проектирования мостов на всех дорогах, начиная от проселочной дороги и кончая автомагистралью. Нормы всех стран, кроме России, дифференцируют нагрузки в зависимости от функционального назначения дорог.

Например, в еврокоде EN 1991-2 «Нагрузки на мосты» [13] установлено, что приведенные в нем нагрузки «описывают самый напряженный транспортный поток, отличный от передвижения специальных транспортных средств, требующих разрешения на проезд, который может встречаться или ожидаться на основных маршрутах европейских стран. Транспортный поток на других маршрутах в этих и других странах мо-



Фото. 1. Состав транспортного потока в городе (слева) и на федеральных автомагистралях

Проведенные за рубежом исследования показали, что значения осевых нагрузок и общей массы тяжелых транспортных средств зависит от структуры потока, который в свою очередь зависит от функции, выполняемой дорогой [14]. Однако авторы норм этой вполне очевидной закономерностью пренебрегли.

Не надо быть специалистом, чтобы не видеть, что нагрузки на автомагистралях, сельских и городских дорогах и улицах не могут быть одинаковыми. Это подтверждается и данными учета движения. Разница в составе транспортного потока на федеральных автомагистралях и городских дорогах наглядно показана

жет быть существенно меньшим или лучше управляемым».

Введение единой нагрузки для проектирования мостов на всех дорогах ведет к громадным необоснованным расходам бюджетов, особенно на местной сети дорог.

Несостоятельность действующих нагрузок А14 и Н14 легко проиллюстрировать и на другом примере. Любая модель при конкретном случае загрузки должна имитировать реальные нагрузки. Если абстрагироваться и, используя колесную схему наиболее распространенного грузовика КамАЗ — 65115 обратным счетом от усилий, возникающих от нагрузок А14, определить вирту-

альную массу такого КамАЗа при пролете моста 25 м, то она составит, соответственно, 61 т. Однако автомобилей общего назначения с такой массой не бывает. Согласно техническому регламенту о безопасности колесных транспортных средств» [10] масса транспортного средства не должна превышать 40 тонн, а для автопоездов, перевозящих 40-футовый контейнер ISO – 44 тонны. Максимальная масса транспортных средств, которые допускаются к обращению на рынке стран Таможенного союза, должна составлять 40 тонн [11]. Естественно, расчетные нагрузки для мостов должны быть больше, но они должны быть реальными и научно обоснованными.

Транспортные средства массой, превышающей значения, установленные техническим регламентом, относятся к так называемым тяжеловесным грузам, движение которых по дорогам общего пользования осуществляется на основании специальных разрешений, и они не должны размещаться у кромки проезжей части и одновременно на нескольких полосах движения.

Нагрузка Н14, моделирующая воздействия тяжелых одиночных колесных транспортных средств, включает четырехосную тележку с нагрузкой на каждую ось 25 т и общей массой 100 т, а с учетом коэффициента надежности – 110 тонн!

Транспортные средства с такой массой относятся к категории сверхтяжелых грузов, движение которых осуществляется по специальным проектам на организацию такой перевозки. По данным ФГБУ «РОСДОРНИИ», поездок сверхтяжелых грузов массой 80 т было совершено: в 2011 году – 44, в 2012 году – 61, в 2013 году – 52, в первом полугодии текущего года – 30. С учетом несанкционированных поездок эти цифры можно умножить на два, но в любом случае вероятность появления нагрузок А14 и Н14 на сельских дорогах и улицах городов равна нулю, что подтверждается данными учетов движения.

Интересно отметить одну деталь: несмотря на то, что нагрузка Н14 массой 100 т отнесена к нагрузкам, которые могут свободно обращаться по дорогам общего пользования, в пункте 6.13 свода правил [8] установлены нагрузки АБ-51 и АБ-74 с массой соответственно 51 и 74 т для карьерных самосвалов типа БелАЗ, отнесенные к сверхтяжелым нагрузкам, на которые распространяется ограничение весовых параметров и допуск которых на дороги общего пользования ограничен.

Чтобы понять назначение нагрузки Н14, установить, какое транспортное средство она имитирует, и определить область ее применения, авторам следовало бы проследить эволюцию этой нагрузки. Прадедушкой нагрузки Н14 является нагрузка НГ 60 (танк), которая по мере роста грузоподъемности транспортных средств трансформировалась в нагрузку НК80 (БТР), затем в Н11 и, наконец, в Н14 (самоходный ракетный комплекс). Это говорит о том, что эта нагрузка имитирует нагрузку от военной техники.

Еще в нормах 1985 года [9] нагрузка НГ 60 не применялась для мостов на дорогах V категории и внутрихозяйственных дорогах, к которым в настоящее время относят сельские автомобильные дороги. А сегодня она применяется на мостах, расположенных на всех дорогах.

Что касается нагрузок от военной техники, то они в настоящее время на 20% превышают нагрузку Н14 и согласно требованиям Минобороны предназначены только для проектирования мостов на дорогах оборонного значения. При этом современная нагрузка для дорог оборонного значения имеет в два раза больше осей и колесную базу в 3,5 раза больше, чем нагрузка Н14.

Парадоксы, которые выявлены при анализе действующих норм, связаны с тем, что авторы полностью отгородились от реальности и игнорируют общепризнанные правила моделирования нагрузок, согласно которым необходимым условием

такого моделирования является учет транспортных потоков, измеренных в месте строительства моста.

Вот еще один пример несовершенства норм. Согласно данным учета ФГУП РОСДОРНИИ, в период с 2008 по 2014 год по автомобильным дорогам России проследовали 62 тяжеловесных груза массой более 200 т. Причем эти поездки осуществлялись по определенным маршрутам. Давно назрела необходимость создания норм сверхтяжелых нагрузок для отдельных маршрутов, которые служат подъездами к объектам, где возникает необходимость перевозок сверхтяжелых неделимых грузов.

Авторы отечественных норм по непонятным причинам игнорируют законы строительной механики. Например, расчет на выносливость предлагается производить на максимальную нагрузку АК, на которую производят расчеты по предельным состояниям первой группы. В результате чего расчеты на выносливость ведутся на непонятные и нереальные нагрузки, которые, как указывалось выше, существенно превосходят реально обрабатываемые нагрузки для малых пролетов и существенно меньше фактических нагрузок на мостах больших пролетов.

Однако расчеты конструкций на выносливость должны производиться на реальные нагрузки, которые ежедневно обращаются на мосту и создают определенный интервал напряжений в конструкции моста, способный вызывать усталость его материалов.

Не признают авторы и законы динамики сооружений. Общеизвестно, что динамическое воздействие на мостовые конструкции зависит от величины пролета. Однако в своде правил принят единый для всех пролетов динамический коэффициент к нагрузкам от транспортных средств, равный -1,4, что не соответствует реальным условиям работы конструкции.

Вопрос, связанный с несовершенством норм для транспортных нагру-

зок, зашел настолько далеко, что был поднят на высший государственный уровень. И по итогам заседания президиума Государственного совета 12 ноября 2014 года Президентом РФ было дано поручение рассмотреть вопрос об уточнении требований к автомобильным дорогам и объектам улично-дорожной сети в зависимости от их функционального назначения, в том числе в части, касающейся расчетных нагрузок.

И не случайно, что в перечень сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [4], не включены соответствующие положения свода правил СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы», касающиеся транспортных нагрузок на автодорожные мосты (пункты 6.12, 6.23).

Тем не менее разрабатываемые проекты норм по-прежнему базируются на отживших концептуальных основах и не учитывают современные транспортные потоки, на основании которых должны формироваться транспортные нагрузки.

Таким примером могут быть разрабатываемые в настоящее время в Москве по заданию ГУП «ГлавАПУ» нормы проектирования городских дорог [7], в которых вновь предлагаются транспортные нагрузки Н14 (112 тонн) и Н11 (69 тонн), моделирующие воздействие одиночных тяжелых транспортных средств, и нагрузки А14 и А11, применение которых для проектирования мостов больших пролетов, как было показано выше, с одной стороны, не безопасно, а с другой – приведет к неоправданному расходу бюджета.

Авторы при разработке моделей нагрузок не используют данные учета движения тяжеловесных транспортных средств, который уже давно ведется в Москве. По данным государственного бюджетного учреждения ГБУ «Гормост», в Москве за период с 01.01.2009 по 25.08.2014 выдано только одно специальное

разрешение на пропуск транспортного средства массой более 78 т, а пропуска нагрузок массой более 100 т в городе не наблюдалось. При этом доля нагрузок массой более 70 т среди тяжеловесных транспортных средств составила менее 1%.

Использование модели нагрузки А14, которая для мостов малых пролетов создает нагрузочный эффект, почти в два раза превышающий эффект от загрузки моста реальными тяжелыми транспортными средствами,двигающимися по дорогам общего пользования, ведет ежегодно к необоснованным расходам бюджета в десятки миллиардов рублей. Эта ситуация усугубляется действиями Главгосэкспертизы, которая при рассмотрении проектов реконструкции мостов стала часто настаивать на их полной замене только по одному основанию – несоответствию нормативным нагрузкам.

И, что характерно, сегодня никто не несет ответственность за материальный ущерб, наносимый применением этих несовершенных норм.

В создавшейся ситуации необходимо обеспечить в полной мере исполнение поручений Президента РФ, данных им по результатам заседания президиума Государственного совета в Новосибирске, предусмотрев:

1. Полную переработку норм, устанавливающих нагрузки для проектирования мостов, используя в качестве исходных данных для разработки модели этой нагрузки результаты исследования транспортных потоков.

2. Подготовку изменений и дополнений в действующие нормы проектирования мостов, переработку разделов, касающихся расчетов на выносливость и динамическое воздействие.

3. Проведение обязательной проверки несущей способности на нагрузки от современных тяжелых грузовиков в условиях стесненного потока при проектировании мостов больших пролетов наряду с загрузкой моста нагрузкой А14.

4. Внесение предложений об ответственности разработчиков норм и органов, которые их утвердили, в случае если такие нормы стали причиной возникновения материального ущерба и ущерба жизни и здоровью людей. ❖

Литература

1. ГОСТ Р 52748-2007. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения.
2. Еврокод 1: Воздействия на сооружения - Часть 2: Транспортные нагрузки на мосты (национальное положение) ОАО «ЦНИИС». Проект.
3. П.М. Саламахи. Временные вертикальные нагрузки: проблемы гармонизации стандартов // Дороги. Инновации в строительстве. – 2012. – № 18, апрель.
4. «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»: постановление Правительства РФ от 26.12.2014 №1521.
5. Проект межгосударственного стандарта ГОСТ «Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения».
6. Проект национального стандарта Российской Федерации ЕН 1991-2-2011.
7. Свод правил «Проектирование геометрических элементов городских улиц и дорог». Проект.
8. Свод правил СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы».
9. СНиП 2.05.03-84* «Мосты и трубы».
10. Технический регламент о безопасности колесных транспортных средств. Утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 10 сентября 2009 г. №720.
11. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (ТР ТС - 018 - 2011).
12. C.C. Captain (Dept. of Civil/Structural Engineering, Dublin Institute of Technology, Ireland) & E.J. O'Brien (School of Architecture, Landscape and Civil Engineering, University College Dublin, Ireland). The governin from Traffic for Highway Bridge Loading.
13. EN 1991-2. Eurocode 1: Actions on structures – Part 2: Traffic loads on bridges.
14. Guide to basis of bridge design related to Eurocodes supplemented by practical examples Pietro Croce, Luca Sanpaolesi. Department of Structural Engineering, University of Pisa.