

ЧТО НАМ СТОИТ НОРМЫ СТРОИТЬ?

Вот так перефразируя слова известного детского поэта, попробуем разобраться: действительно ли в области нормирования временных вертикальных нагрузок на мосты мы, как и в области балета, впереди планеты всей?

В 1907 году Министерством путей сообщения в России были введены новые нормы железнодорожных нагрузок для проектирования мостов, где для расчета элементов мостов был предписан новый поезд, отличающийся по тем временам огромным весом (паровоз без тендера весил 100 т) и давлением на ось 20 тс. В связи с вводом новых нагрузок видный русский ученый (впоследствии советский академик) Е.О. Патон указывал, что «...применять этот тяжелый поезд для расчета деревянных мостов нам представляется невыносимым, так как даже применение поезда 1896 года вызывает затруднение при проектировании деревянных мостов, ибо сечения частей получаются весьма крупными».

Поэтому деревянные мосты на сети дорог проектировались по нормам циркуляра Министерства путей сообщения от 5 января 1884 года № 60 с осевым давлением паровоза 12,5 и 15 тонн. Этот же поезд был обязательным для расчета всех железных мостов в период с 1884 до 1896 года.

Ровно через 100 лет в России вводится в действие новый ГОСТ Р 52748-2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения», а чуть позже – и актуализированный СНиП 2.05.0-84* «Мосты и трубы» (ныне СП 35.13330-2011), в которых для деревянных мостов были также повышены нормы временных нагрузок. Существовавшие до этого времени и близкие к реальным временные нормативные нагрузки А8 и НГ-60 заменены для деревянных мостов на временные нагрузки класса А11 и Н11. Нормативная нагрузка АК включает в себя одну двусосную тележку с нагрузкой на ось, равной 10 К (кН) и равномерно распределенную вдоль дороги нагруз-

ку интенсивностью К (кН/м). Класс нагрузки К принимается 11 (А11). Нормативная нагрузка НК представлена в виде одиночной четырехосной тележки с нагрузкой на каждую ось 18 К (кН). Класс нагрузки К для деревянных мостов принимается 11 с давлением на ось 196 кН для расчета деревянных мостов (т. е. бывшая нагрузка НК-80).

Возникшим проблемам в связи с вводом новых нагрузок посвящены статьи О.В. Скворцова [4, 5] и исследования проф. П.М. Саламахи на [6–9]. Результаты практического опыта дают основания предполагать, что действующие у нас в стране нормы временных вертикальных нагрузок на мосты научно не обоснованы и не имеют под собой необходимой доказательной базы.

Более того, применение установленной национальными стандартами нагрузки класса АК в виде постоянной величины вне связи с длиной и формой линий влияния не обеспечивает адекватных значений силовых факторов от нормативной нагрузки в виде поезда автомобилей. Это приводит к тому, что пролетные строения разных пролетов имеют разную степень обеспеченности несущей способности на воздействие реально проходящих транспортных средств. Ведь запасы несущей способности у пролетных строений с разными длинами пролетов и у разных элементов одних и тех же пролетных строений при использовании виртуальных нагрузок разные, и при некоторых пролетах неприемлемы.

Но вернемся ненадолго к железнодорожным мостам. В Российской Федерации новые железнодорожные мосты проектируются, как известно, под нагрузку С14. Указанная нагрузка введена более 50 лет назад, с

выходом СН 200-62, и была принята с учетом перспективы дальнейшего развития железнодорожного транспорта и на основе тенденций изменения параметров подвижного железнодорожного состава в первой половине XX века, а также планов развития промышленности и транспорта СССР на период 1960–2000 годов. Однако прошедшие годы показали ошибочность прогнозов развития железнодорожного подвижного состава. Темпы роста осевых и погонных нагрузок от подвижного состава существенно снизились. При этом наиболее тяжелые нагрузки обращаются, как правило, по определенным замкнутым маршрутам.

В научном журнале Санкт-Петербургского государственного университета путей сообщения (выпуск 4/2012) приводится анализ результатов классификации нагрузок, который показывает, что воздействие на мосты от нормативной нагрузки С14 значительно выше, чем от современных наиболее тяжелых эксплуатируемых нагрузок и перспективных, спроектированных под габарит T_{np} . Воздействие на мосты нормативной нагрузки С14 также значительно выше воздействия нагрузки УПС-71, используемой в качестве нормативной Международным союзом железных дорог (на 50–70%).

Приведенные в журнале данные свидетельствуют о возможности использования меньших по величине нормативных нагрузок для проектирования мостов на магистралях, не предназначенных для пропуска тяжелых транспортеров. Примером такого подхода может служить проектирование и строительство новой железной дороги Адлер – Альпика-Сервис. По данным ОАО «Институт «Гипростроймост», использование в качестве нормативной нагрузки С11 вместо С14 позволяет снизить расход материалов на искусственные сооружения на 25%. Такой подход является достаточным обо-



Рис. 1. Мост через реку Кунянка на автодороге Ильина Гора – Острешно в Демянском районе Новгородской области



Рис. 2. Мост через реку Охринку на автодороге Хмели – Охрино в Демянском районе Новгородской области

снованием для выбора меньшей по величине нормативной нагрузки для проектирования мостов на большей части железнодорожных магистралей Российской Федерации.

Заметим, здесь речь идет о постоянных мостах, к которым деревянные мосты фактически не относятся. Однако в СП 35.13330.2011 остаются (и также повышены) нормативные требования временных нагрузок на проектирование деревянных железнодорожных мостов. Хотя известно, что за последние 40–50 лет в стране не построено *ни одного постоянно-го деревянного моста* в современном понимании этого термина, не введено ни одного предприятия по изготовлению деревянных конструкций мостов.

А теперь вернемся к автомобильным деревянным мостам – и попробуем разобраться, для какого же вида реально обращающихся транспортных средств авторами было сделано повышение нагрузок применительно именно к деревянным мостам на автомобильных дорогах?

С одной стороны, грузовой автопарк за пять лет вырос более чем на 10%, а легковой – более чем на 30%. Потенциал российского автомобильного рынка позволит ему в ближайшие годы увеличиваться не менее активными темпами. А это значит, что нагрузка на дороги и мосты будет продолжать расти. Но возникает закономерный вопрос: на какие дороги?

Как известно, практически все оставшиеся автомобильные деревянные мосты в России существуют на сети региональных, межмуниципальных и местных дорог, как правило, низшей V технической категории, где уже давно нет интенсивного и тяжелого движения (рис. 1, 2). Деревянные мосты являются непременно возводимыми конструкциями в условиях военного времени и чрезвычайных обстоятельств.

Анализ парка мостовых сооружений на автомобильных дорогах и в населенных пунктах России свидетельствует о том, что их доля с 60–70-х годов прошлого века остается практически без изменения. Объясняется это тем, что железобетонные и стальные мосты возводят преимущественно на вновь строящихся и реконструируемых дорогах. На дорогах местного значения существующие деревянные мосты заменяют, как правило, опять деревянными. Это объясняется наличием большого количества лесов в России, сравнительной простотой и доступностью получения в лесных районах строительного материала, а также отсутствием или удаленностью для ряда регионов страны заводов, производящих железобетонные и стальные мостовые конструкции, и целым рядом причин экономического и социального характера. И это понятно, ведь Россия, особенно Сибирь, богата лесом. Сложные горные условия в ряде регионов нашей страны очень часто не позволяют доставить к месту мостового перехода сборные железобетонные пролетные строения.

Металлические пролетные строения и дефицитны, и дороги, да и требуют специального оборудования. Тем более известно, что при небольших пролетах (10–12 м) металлические пролетные строения неэкономичны.

Но для дорог местного значения, а в отдельных случаях и для городских пешеходных сооружений, деревянные мосты по-прежнему занимают достойное место.

Стоимость строительства деревянных мостов обычно значительно ниже, чем мостов из других материалов, но эксплуатационные расходы значительно выше, а срок службы – меньше (из незащищенной и непропитанной древесины не превышает 7–10 лет).

В целом по России на территориальных автомобильных дорогах общего пользования эксплуатируется около 8000 деревянных мостов, то есть, другими словами, практически каждый четвертый мост в стране – деревянный.

Наиболее просты и удобны в эксплуатации балочные системы деревянных мостов, применяемые для пролетов 2–3 м на железных дорогах и 4–7 м на автомобильных дорогах.

Для соответствия требованиям индустриального строительства и степени долговечности, конструкция деревянных мостов должна быть достаточно проста, без врубок

и сложных соединений, допускать сборку из укрупненных элементов, при сборке которых необходимо полностью исключить пригонку и притеску изготовленных на заводах элементов. Этим условиям в наибольшей степени удовлетворяет простая балочная система с опорами и пролетными строениями, выполненными из пиленого леса.

Поэтому особенно часто употребляемая конструкция большинства автомобильных мостов представляет собой простые деревянные балочные прогоны, которыми перекрыты пролеты длиной 4–6 м (рис. 3). Мосты с фермами Гау-Журавского и распорные системы деревянных мостов в настоящее время уже давно не применяются, за исключением некоторых мостов с комбинированными материалами (деревянной решеткой и металлическими поясами), используемых в Сибири, и в данной статье не рассматриваются. Также нецелесообразными и экономически невыгодными в применении сегодня являются сложные и составные прогоны, доля которых равна нулю из-за трудности сооружения врубок, соединений и крайне малого срока службы.

Первые типовые проекты деревянных мостов 1930–1940-х годов разрабатывались под временную нагрузку Н-6 (Н-8) и НГ-25 в зависимости от категории автодороги [13]. Позднее, с введением Н-106-53 и роста весовых характеристик транспортных средств, временная нагрузка трансформировалась в схему Н-8, НГ-30 или Н-10, НГ-60 [2], а затем, с принятием СН 200-62, стала применяться по схеме Н-10, НГ-60 [11].

Временная нагрузка А8 НГ-60, введенная в 1984 году [12], была близка к нормативной нагрузке Н-10, НГ-60, да и весовые параметры парка автомобилей на бывших внутрихозяйственных дорогах не превышали этих параметров. Габариты деревянных мостов по-прежнему составляют Г-4,5 и Г-6 для сооружений, расположенных на V категории автомобильных дорог.

С принятием ГОСТ Р 52748-2007 и СП 35.13330.2011 ситуация в корне

изменилась. Неизвестно, была ли попытка у авторов этих документов сопоставить и сравнить изгибающие моменты от нагрузки Н11 (а именно она является определяющей для большинства такого рода сооружений с длиной пролета до 30 м) с весовыми характеристиками парка большегрузных автомобилей, эксплуатируемых на сети автодорог, или они формально повысили класс нагрузки? Скорее всего, второе. Так, к примеру, если взять пролеты длиной 4,0–7,0 м, то можно убедиться, что изгибающий момент от нагрузки Н11 (НК-80) в 1,25–1,38 раза больше, чем от нагрузки НГ-60, а сечение прогона в отрубе при этом должно быть диаметром 40–50 см (!). Дерево такого большого диаметра нелегко найти. Для сравнения, диаметр прогона длиной 4,0–6,0 под нагрузку Н-10 НГ-60 составляет 28–30 см.

Для какой же «перспективной» нагрузки было сделано повышение нормативных требований для деревянных мостов малых пролетов? Можно предположить, что ни много ни мало – как и для мостов «...от подвижного состава на автомобильных дорогах промышленных предприятий, где предусмотрено обращение автомобилей большой грузоподъемности...», то есть под нагрузки АБ-51, АБ-74 и даже АБ-151 (!) (п. 6.13 СП 35.13330.2011). И даже в этом случае изгибающий момент от этих тяжелых нагрузок будет меньше или близок к изгибающему моменту от нагрузки Н11.

Чтобы увидеть абсурдность принятых изменений, мы подсчитали изгибающие моменты от временных нагрузок при габаритах деревянных мостов Г – 4,5 м и Г – 6,0 м от существующих и ранее используемых нормативных нагрузок для наиболее употребляемых длин пролетов величиной 4,0–7,0 м.

Для примера взят типовой деревянный мост простой балочной системы, используемой на большей части автодорог низших категорий. Шаг прогонов принят симметричный относительно оси моста, одинаковый и равный 0,66 м. Изгибающие моменты подсчитаны в запас без учета неразрезности поперечин (п. 10.21 СП 35.13330.2011) по методу внецентренного сжатия от временной нагрузки, пропускаемой с поперечным эксцентриситетом (смещением) относительно оси проезжей части. В поперечном положении каждая нагрузка установлена согласно указаниям действующего на тот момент времени нормативного документа. Таким же образом взяты и соответствующие коэффициенты надежности по нагрузке. Разница изгибающего момента от нагрузки НГ-60 по разным нормативным документам объясняется характером поперечной установки нагрузки и различными расчетными сопротивлениями древесины на изгиб, заложенными в [10] и [11], что фактически дает одинаковые значения получаемых напряжений и может оцениваться как равнозначные.



Рис.3. Мост через реку Оборля на автодороге Селеево – Иструбище в Холмском районе Новгородской области

№ п/п	Длина пролета, м	Изгибающий момент, тм								
		СН 200-62			СНиП 2.05.03-84*		Свод правил СП 35.13330.2011		Тяжелые нагрузки СП 35.13330.2011	
		Н-10	Н-30	НГ-60	А8	НГ-60	А11	Н11	АБ-51	АБ-74
1	4,0	2,39	3,43	3,40	2,86	2,85	3,94	3,92	3,74	5,5
2	5,0	2,99	4,86	5,36	4,06	4,46	5,58	5,72	4,68	6,88
3	6,0	3,60	6,29	7,51	5,29	6,24	7,28	7,92	5,60	8,27
4	7,0	4,19	7,71	9,65	6,55	8,02	9,0	10,12	6,54	9,63

Табл. 1. Изгибающий момент в прогонах от временных нагрузок при габарите проезжей части Г – 4,5 м

№ п/п	Длина пролета, м	Изгибающий момент, тм								
		СН 200-62			СНиП 2.05.03-84*		Свод правил СП 35.13330.2011		Тяжелые нагрузки СП 35.13330.2011	
		Н-10	Н-30	НГ-60	А8	НГ-60	А11	Н11	АБ-51*	АБ-74*
1	4,0	2,46	3,63	3,96	3,93	3,20	4,10	4,36	5,98/3,74	8,25/4,40
2	5,0	3,10	5,14	6,18	4,12	4,95	5,74	6,30	7,46/4,67	10,31/5,5
3	6,0	3,69	6,66	8,67	5,45	6,93	7,50	8,71	8,97/5,61	12,38/6,60
4	7,0	4,31	8,17	11,13	6,76	8,90	9,30	11,13	10,47/6,55	14,44/7,70

Табл. 2. Изгибающий момент в прогонах от одной полосы временной нагрузки при габарите проезжей части Г – 6,0 м

* – в числителе приведены значения при установке автомобиля вплотную у ограждения (для справки); в знаменателе – на расстоянии 1 м от ограждения

Коэффициент поперечной установки рассчитан по формуле:

$$K = \frac{1}{n} + \frac{eb_1}{b_1^2 + b_2^2 + b_3^2 + \dots + b_n^2},$$

где

n – количество прогонов в поперечном сечении проезжей части,
 e – величина смещения центра тяжести временной нагрузки в поперечном направлении относительно оси моста,
 b_1, b_2, b_3 – расстояния между осями прогонов, равноудаленных от оси моста.

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие общие выводы:

- изгибающий момент от нормативной нагрузки класса А11 превышает момент от нагрузки Н-10 в 1,65–2,16 раза;
- изгибающий момент от нормативной нагрузки класса А11 превышает момент от нагрузки Н-30 в 1,12–1,17 раза;
- изгибающий момент от нормативной нагрузки класса А11 превышает момент от нагрузки А8 в 1,38 раза;
- изгибающий момент от нормативной нагрузки класса Н11 превышает момент от нагрузки НГ-60 в 1,25–1,38 раза.

Для габарита моста Г – 4,5 м:

- изгибающий момент от нормативной нагрузки класса Н11 с ростом длины пролета превышает изгибающий момент от тяжелой нагрузки АБ-51 в 1,05–1,55 раз;
- изгибающий момент от нагрузки АБ-74 больше изгибающего момента от Н11 в 1,04–1,4 раза для пролетов длиной 4,0–6,0 м, но становится меньше для пролета 7,0 м на 5%.

Для габарита моста Г – 6,0 м:

- изгибающий момент от нормативной нагрузки класса Н11 превышает момент от нагрузки АБ-51 в 1,17–1,70 раз;
- изгибающий момент от нормативной нагрузки класса Н11 равен или превышает момент от нагрузки АБ-74 в 1,15–1,45 раз.

Получается, что по деревянным мостам, построенным под современные нормативные нагрузки, с легкостью могут курсировать тяжелые карьерные самосвалы типа БелАЗ 7540 или БелАЗ 75450 общим весом 80 т и давлением на заднюю ось 30–50 т. Но на автодорогах общего пользования нет такого рода карьерных разработок, где применяется данная техника, а если и есть, то мосты проектируются именно

под эти нагрузки, и движение осуществляется по замкнутым маршрутам. Да и в случае вынужденного движения по дорогам общего пользования эти нагрузки относятся уже к сверхнормативным, для них требуется специальный проект и разрешение.

Может быть, по этим мостам предполагается движение тяжелой военной техники, например, современных тяжелых танков или ракетного комплекса на базе шасси МЗКТ-79221, которое использовано в составе подвижной пусковой установки для комплекса РТ-2ПМ2 «Тополь-М» общей массой 120,5 тс? Но и в этом случае давление от осей шасси будет значительно меньше давления осей от нагрузки НК-80, что наглядно показано в табл. 3.

Чтобы убедиться в значительном превышении значений нормативных временных нагрузок над здравым смыслом, в следующей таблице мы привели значения изгибающего момента от наиболее распространенных видов тяжелого автомобильного транспорта, выпускаемого в нашей стране и ближнем зарубежье, для прогонов деревянного моста пролетом 7,0 м.

№ п/п	Марка автомобиля	Технические характеристики автомобилей			Изгибающий момент, тм			Доля реальной нагрузки по отношению к нормативным нагрузкам, %	
		Колесная формула	Полная нагрузка	Нагрузка на ось, тс	от реальной нагрузки	от А11	от Н11	А11	Н11
Самосвалы серийные									
1	КамАЗ 43255	4×2	14,8	9,5	2,86	9,30	11,13	30,8	25,7
2	КамАЗ 65111	6×4	25,0	9,5	4,64	9,30	11,13	49,9	41,7
3	КамАЗ 65201	8×6	44,0	13	6,22	9,30	11,13	66,9	55,9
4	Урал 6370	6×6	34,5	13	6,22	9,30	11,13	66,9	55,9
5	МАЗ 6501В9	6×4	33,5	13	6,14	9,30	11,13	66,0	55,2
6	МАЗ 6516В9	8×4	41,8	13,4	6,45	9,30	11,13	69,4	58,0
7	Краз 7133С4	8×4	37,8	12,5	6,02	9,30	11,13	64,7	54,1
Тяжелые и карьерные самосвалы									
8	Ямал А-430	4×2	44,5	25,27	4,82	9,30	11,13	51,8	43,3
9	БелАЗ 7540А	4×2	52,6	35,2	6,78	9,30	11,13	72,9	60,9
10	БелАЗ 7545	4×2	80,0	52,8	9,53	9,30	11,13	102,5	85,6
11	БелАЗ 7555В	4×2	95,5	64,0	10,84	9,30	11,13	116,6	97,4
12	БелАЗ 7555Е	4×2	104,1	69,8	10,99	9,30	11,13	118,2	98,7
Бортовые серийные автомобили и тягачи									
13	КамАЗ 43502	4×4	12,7	7,4	2,23	9,30	11,13	24,0	20,0
14	КамАЗ 65207	6×4	26,0	9,5	4,54	9,30	11,13	48,8	40,8
15	КамАЗ 5490-022-S5 NEO	4×2	18,6	11,5	3,46	9,30	11,13	37,2	31,1
16	КамАЗ 6586-400	6×4	38,0	9,0	4,40	9,30	11,13	47,3	39,5
Лесовозные тягачи									
17	КамАЗ 740.662-300	6×6	32,0	7,6	3,71	9,30	11,13	39,9	33,3
18	Урал 55571	6×6	21,05	7,9	3,80	9,30	11,13	40,9	34,1
Автобусы серийные									
19	ЛиАЗ 525657-01	4х2	17,2	10,9	3,34	9,30	11,13	35,9	30,0
20	ЛиАЗ 5254400	4х2	18,0	11,5	3,52	9,30	11,13	37,8	31,6

Специальное колесное шасси с ракетным комплексом «Тополь М»									
21	МЗКТ-79221 (МАЗ-7922)	16×16	120,5	15,0	5,10	9,30	11,13	54,8	45,8
Средние и тяжелые танки									
22	Танк Т-64 (1974г.)	–	38,5	–	5,16	9,30	11,13	55,5	46,4
23	Танк Т-72 (1972г.)	–	41,0	–	5,49	9,30	11,13	59,0	49,3
24	Танк Т-80	–	46,0	–	6,13	9,30	11,13	65,9	55,1
25	Танк Т-90С	–	46,5	–	6,22	9,30	11,13	66,9	55,9
26	Танк Т-14 Армата	–	48,0	–	5,61	9,30	11,13	60,3	50,4
Самосвалы полуприцепы ТОНАР									
27	ТОНАР-952371	2×4	32,0	10,0	3,44	9,30	11,13	37,0	30,9
28	ТОНАР-952362	3×6	56,8	12,2	8,16	9,30	11,13	87,7	73,3
29	ТОНАР-97464	3×6	42,3	10,0	6,69	9,30	11,13	71,9	60,1
30	ТОНАР-952342	4×8	45,0	9,0	6,78	9,30	11,13	72,9	60,9
31	ТОНАР-95234	4×8	56,0	9,0	6,78	9,30	11,13	72,9	60,9
32	ТОНАР-95236	3×6	85,0	17,0	11,17	9,30	11,13	120,1	100,4

Табл. 3. Изгибающий момент в деревянных прогонах длиной 7,0 м от одной полосы временных нагрузок при габарите моста Г – 6,0 м

Все автомобили в поперечном направлении установлены согласно [10], как и для нормативной нагрузки А11 со смещением к ограждению для расчета по методу внецентренного сжатия. Нормативная нагрузка Н11 в поперечном направлении установлена по действующим правилам [10].

Не надо быть специалистом, чтобы увидеть, что изгибающий момент от любой существующей (реальной) автомобильной и военной нагрузки для этих пролетов едва ли дотягивает до половины величины изгибающего момента от нормативной нагрузки Н11! И все так же, в подавляющем большинстве случаев, нагрузочный эффект от реальной нагрузки меньше величины изгибающего момента от нормативной нагрузки А11.

Согласно ГОСТ Р 52398-2005, автомобильные дороги по условиям

движения и доступа на них транспортных средств разделяют на три класса: автомагистраль, скоростная дорога, дорога обычного типа (не скоростная дорога). А ГОСТ Р 52748-2007 устанавливает для этих категорий автодорог различные классы временной нагрузки: от К-11,5 для автомобильных дорог категорий IА, IБ, IВ, II до класса К-6 для автомобильных дорог V технической категории, на которых и существуют практически все деревянные мосты. Зачем же тогда повышать нормативные нагрузки на деревянные мосты на низших категориях автодорог, если установлены более низкие требования к временной нагрузке на дорогу, а грузооборот по этим участкам никогда даже не приблизится к нормативной величине, но вот расход материала на возведение моста при этом увеличится в 1,5–2 раза? Соответственно вырастет и стоимость сооружения,

что при современном состоянии экономики никак нельзя считать приемлемым критерием, ведь деревянные мосты недолговечны и требуют замены уже через 5–10 лет эксплуатации. Все это ложится на плечи региональных бюджетов, и без того испытывающих огромную нехватку средств даже на содержание автодорог.

Чтобы доказать абсурдность существующих норм вне связи с реальностью, приведем еще несколько примеров.

В Новгородской области на балансе ГОКУ «Новгородавтордор» в настоящее время числится 29 деревянных мостов, построенных на автодорогах V категории, доля которых составляет около 50% от общей протяженности дорог в области, или около 4 тыс. км [15]. Интенсивность движения,

№ п/п	Марка авто- мобиля	Изгибающий момент, тм					Доля реальной нагрузки по отношению к нормативным нагрузкам, %			
		от реаль- ной на- грузки	Н-10	Н-13	НГ-30	НГ-60	Н-10	Н-13	НГ-30	НГ-60
Самосвалы серийные										
1	КамАЗ 43255	2,86	4,31	5,60	5,08	8,9	66,4	51,1	56,3	32,1
2	КамАЗ 65111	4,64	4,31	5,60	5,08	8,9	107,7	82,9	91,3	52,1
3	КамАЗ 65201	6,22	4,31	5,60	5,08	8,9	144,3	111,1	122,4	69,9
4	Урал 6370	6,22	4,31	5,60	5,08	8,9	144,3	111,1	122,4	69,9
5	МАЗ 6501В9	6,14	4,31	5,60	5,08	8,9	142,5	109,6	120,9	69,0
6	МАЗ 6516В9	6,45	4,31	5,60	5,08	8,9	149,7	115,2	127,0	72,5
7	Краз 7133С4	6,02	4,31	5,60	5,08	8,9	139,7	107,5	118,5	67,6
Тяжелые и карьерные самосвалы										
8	Ямал А-430	4,82	4,31	5,60	5,08	8,9	111,8	86,1	94,9	54,2
9	БелАЗ 7540А	6,78	4,31	5,60	5,08	8,9	157,3	121,1	133,5	76,2
10	БелАЗ 7545	9,53	4,31	5,60	5,08	8,9	221,1	170,2	187,6	107,1
11	БелАЗ 7555В	10,84	4,31	5,60	5,08	8,9	251,5	193,6	213,4	121,8
12	БелАЗ 7555Е	10,99	4,31	5,60	5,08	8,9	255,0	196,3	216,3	12,3
Бортовые серийные автомобили и тягачи										
13	КамАЗ 43502	2,23	4,31	5,60	5,08	8,9	51,7	39,8	43,9	25,1
14	КамАЗ 65207	4,54	4,31	5,60	5,08	8,9	105,3	81,1	89,4	51,0
15	КамАЗ 5490- 022-S5 NEO	3,46	4,31	5,60	5,08	8,9	80,3	61,8	68,1	38,9
16	КамАЗ 6586-400	4,40	4,31	5,60	5,08	8,9	102,1	78,6	86,6	49,4
Лесовозные тягачи										
17	КамАЗ 740.662- 300	3,71	4,31	5,60	5,08	8,9	86,1	66,3	73,0	41,7
18	Урал 55571	3,80	4,31	5,60	5,08	8,9	88,2	67,9	74,8	42,7
Автобусы серийные										
19	ЛиАЗ 525657- 01	3,34	4,31	5,60	5,08	8,9	77,5	59,6	65,7	37,5

20	ЛиАЗ 5254400	3,52	4,31	5,60	5,08	8,9	81,7	62,9	69,3	39,6
Специальное колесное шасси с ракетным комплексом «Тополь М»										
21	МЗКТ- 79221 (МАЗ- 7922)	5,10	4,31	5,60	5,08	8,9	118,3	91,1	100,4	57,3
Средние и тяжелые танки										
22	Танк Т-64 (1974г.)	5,16	4,31	5,60	5,08	8,9	119,7	92,1	101,6	58,0
23	Танк Т-72 (1972г.)	5,49	4,31	5,60	5,08	8,9	127,4	98,0	108,1	61,7
24	Танк Т-80	6,13	4,31	5,60	5,08	8,9	142,2	109,5	120,7	68,9
25	Танк Т-90С	6,22	4,31	5,60	5,08	8,9	144,3	111,1	122,4	69,9
26	Танк Т-14 Армата	5,61	4,31	5,60	5,08	8,9	130,2	100,2	110,4	63,0
Самосвалыные полуприцепы ТОНАР										
27	ТОНАР- 952371	3,44	4,31	5,60	5,08	8,9	79,8	61,4	67,7	38,7
28	ТОНАР- 952362	8,16	4,31	5,60	5,08	8,9	189,3	145,7	160,6	91,7
29	ТОНАР- 97464	6,69	4,31	5,60	5,08	8,9	155,2	119,5	131,7	75,2
30	ТОНАР- 952342	6,78	4,31	5,60	5,08	8,9	157,3	121,1	133,5	76,2
31	ТОНАР- 95234	6,78	4,31	5,60	5,08	8,9	157,3	121,1	133,5	76,2
32	ТОНАР- 95236	11,17	4,31	5,60	5,08	8,9	259,2	199,5	219,9	125,5

Табл. 4. Изгибающий момент в деревянных прогонах длиной 7,0 м от одной полосы временных нагрузок при габарите моста Г – 6,0 м

заложенная в СП 34.13330.2012 [13], для этой категории автодороги составляет до 200 авт/сут. Фактически, по данным ГОКУ «Новгородавтодор» за 2016 год, интенсивность движения на этих автодорогах составляет 12–47 авт./сут., а соотношение легковых и грузовых автомобилей – примерно поровну. Другими словами, интенсивность движения меньше расчетной в 4–17 раз. Сооружать дорогостоящий и недолговечный мост под сверхтяжелые нагрузки на автодороге, где в час проходит 0,5–1,95 автомобиля, в высшей степени неразумно! Такая же ситуация наблюдается и в других регионах нашей страны.

В табл. 4 приводится сравнение значений изгибающего момента от реальной автомобильной нагрузки в сравнении с нормативными временными нагрузками прежних лет. Модели транспортных средств установлены в поперечном направлении, также с эксцентриситетом относительно оси проезжей части, позволяющим получить более невыгодные значения изгибающего момента.

Что же можно увидеть, анализируя полученные данные? В большинстве случаев нагрузочный эффект от реальных автомобилей и военной техники (причем для примера подобраны самые тяжелые транспортные средства) с запасом укладывается

в модель нагрузки по схеме Н-13 НГ-60! И это вполне закономерно. Ведь за прошедшее время рост транспортных нагрузок на сети автомобильных дорог, по аналогии с железнодорожной сетью, осуществляется не за счет увеличения массы транспортных средств, а за счет уплотнения потока автомобилей. Но это происходит только в крупных городах и на оживленных магистралях, а на тех автодорогах, которые мы рассматриваем в данной статье, наблюдается обратная ситуация.

Нагрузочный эффект от военной техники, и прежде всего от танков, также не превосходит тех весовых характеристик, которые были за-

ложены в прежние нормы проектирования [12] при назначении грузоподъемности деревянных мостов, и составляет немногим более половины величины нормативной гусеничной нагрузки. Роста весовых характеристик военной техники за последние 30–40 лет практически не наблюдается, и увеличение нормативной величины колесной нагрузки по сравнению с гусеничной нагрузкой, мягко говоря, непонятно.

Выходит, что реальной временной нагрузки, для которой авторами норм введены нормативные временные нагрузки класса А11 и Н11 для расчета деревянных мостов на автомобильных дорогах общего пользования, в настоящее время не существует, да и вряд ли предвидится в ближайшее время. Ведь на автодорогах низких категорий, на которых и предполагается возводить деревянные мосты, по-прежнему основным видом тяжелого транспорта являются автомобили марки КамАЗ и трактора МТЗ (рис. 4). А для их эксплуатации достаточно и нагрузок Н-13 НГ-60, а в ряде случаев и нагрузки Н-10 НГ-30. Предлагаемые же авторами нормативов временные нагрузки для мостов малых пролетов являются избыточными и приводят к необоснованным затратам бюджетных средств.

Какие выводы можно сделать? Из представленных данных хорошо видно, что увеличение нормативной нагрузки на деревянные мосты малых пролетов является необоснованной мерой и базируется на отживших концепциях. Основы этих концепций были заложены в советское время, когда, после принятия судьбоносного для дорожной отрасли Указа Президиума Верховного Совета РСФСР от 07.04.1959, действительно стремительно развивалось дорожное строительство на селе с участием самих колхозов и совхозов, а прирост капиталовложений в строительство непрерывно увеличивался. Это позволяло в лучшие годы вводить около 900 км новых дорог в год в одной только Новгородской области и более 42 тыс. км (!) в целом по стране [15], а растущий парк большегрузных автомобилей и увеличение интенсивности движения, прежде всего



Рис. 4. Мост через реку Хотца на автодороге Заполье – Хортицы – Заозерье в Любытинском районе Новгородской области

на селе, заставляли дважды пересматривать нормы подвижных нагрузок за 20-летний срок (в 1962 и 1984 годах).

Сейчас по объемам строительства Россия отброшена на 50 лет назад, а недоремонт вырос до катастрофических цифр: до 80% автодорог и мостов в стране нуждаются в ремонте и реконструкции! На местных дорогах давно нет того потока автотранспорта, и многие построенные ранее автомобильные мосты используются исключительно в пешеходных и скотопрогонных целях. Использование модели нагрузки Н11, которая для мостов малых пролетов создает нагрузочный эффект, почти в два раза превышающий эффект от загрузки моста реальными тяжелыми транспортными средствами, передвигающимися по дорогам общего пользования, ведет ежегодно к необоснованным расходам бюджета в десятки миллиардов рублей, и это недопустимо!

В нашей статье «Сколько лет живут мосты» [3] мы очень кратко коснулись обстоятельств, на которые следует ориентироваться вообще при назначении временных нагрузок на мосты. Ясно, что мост, расположенный на второстепенной дороге, по которой тяжелый автотранспорт ездит редко, и который и в дальнейшем будет испытывать единичные тяжелые нагрузки, при других равных условиях находится в более благоприятном положении, нежели мост, расположенный на авто-

магистральной или в городе и подвергаемый ежедневным воздействиям. Все эти обстоятельства должны учитывать самым пристальным образом современные нормы, которые должны быть построены по чисто эксплуатационному признаку, так как весь вопрос исключительно эксплуатационный. Только тогда нормы будут гибкими и действительно отвечать принципу наибольшего использования моста и его необходимой грузоподъемности.

Добавим, что в прошлом году по нашему проекту построен деревянный мост через реку Волжанка на автодороге V категории «Перелучи – Семерицы – Холцагино» в Боровичском районе Новгородской области. Двухпролетный мост построен по схеме 2×5,5 м под временную вертикальную нагрузку Н-10 НГ-60, и при наших послеремонтных испытаниях он показал достаточную надежность. Нагрузка на ось по схеме Н-10 должна составлять 9,1 т при наличии в составе колонны утяжеленного грузовика общей массой 13 т.

В качестве испытательной нагрузки использовался груженный автомобиль марки МАЗ 5337 МДК общим весом 18 т с давлением задней оси около 12 т (рис. 5). Вначале автомобиль устанавливался со смещением на 1,1 м (по оси) к правым ограждениям безопасности с установкой задней оси по середине пролета 5,5 м для нагружения прогона 8, затем автомобиль аналогично смещался к левым ограждениям безопасности для нагружения соответственно прогона 3.

Временная нагрузка составила 116% от нормативной и более чем удовлетворяет требованиям СНиП 79.13330.2012 «Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний». Возможность использования более тяжелой нагрузки давала неразрезность поперечин моста, которые и показали хорошее упругое распределение нагрузки. Максимальные прогибы прогонов, полученные при нагружении временной нагрузкой, составили 16 мм при допускаемых 27,5 мм.

Таким образом, постройка дешевого деревянного моста на автодороге, где практически осуществляется дви-



Рис. 5. Испытание моста через реку Волжанку

жение только легкового транспорта, полностью решила транспортную проблему на данном направлении и обошлась местному бюджету всего в 1,2 млн рублей.

Что же, на наш взгляд, нужно делать, чтобы привести в порядок нормирование в области деревянных мостов?

1. Провести практическое исследование данных транспортного потока на низших категориях автодорог страны и производить нормирование с учетом заданной вероятности появления реальной нагрузки на проектируемом сооружении.

2. Временные нагрузки на деревянные мосты должны близко соответствовать модели нормативной нагрузки в зависимости от категории автодороги, на которой планируется возведение сооружения. В противном случае возникает ситуация, когда мост проектируется под нагрузку Н11 тс, а участок автодороги – под нагрузку А6.

Деревянные мосты не являются капитальными сооружениями, и производить их расчет под тяжелые нагрузки А11 Н11 лишено веских оснований. В случае необходимости, вызванной проходом тяжелой нагрузки, конструкция деревянных мостов малых пролетов позволяет производить быстрое и дешевое усиление для увеличения грузоподъемности моста.

3. В целях более эффективного использования местных материалов и бюджетных средств необходимо предусмотреть дифференцирование нормативных нагрузок – в зависимости от загруженности сети автодорог и состава автотранспортных средств. Величина нагрузки должна давать возможность заказчику самостоятельно определять ее величину, основываясь на вышеупомянутых критериях.

В завершении стоит подчеркнуть, что идея назначения величины временных вертикальных нагрузок в

зависимости от категории автодороги далеко не нова. В нашей стране она существовала вплоть до 1984 года, до принятия СНиП 2.05.03-84, когда прирост капиталовложений в строительство автодорог в стране непрерывно увеличивался, что позволяло прогнозировать увеличение транспортного потока на низших категориях автодорог. Это давало значительную экономию средств для других областей народного хозяйства. Увы, с приходом рыночных отношений, как уже было сказано выше, наблюдается обратная ситуация: строить дешевые мосты и тем самым вкладывать средства в другие отрасли экономики стало вдруг невыгодно! Это парадокс, и, стало быть, созрела необходимость пересмотреть нормы нормативных нагрузок на мосты в зависимости от экономической, демографической и территориальной ситуации в стране, что приведет к огромной экономии средств, перерасход которых в создавшейся ситуации недопустим.

В следующей статье мы попытаемся показать, каким образом можно дифференцировать временные нагрузки на мостовые сооружения в зависимости от связи его предполагаемой грузоподъемности, срока его службы и экономической составляющей, опираясь только на отечественный опыт и, прежде всего, на исследования проф. Н.М. Митропольского. В настоящее время таких исследований у нас в стране нет.

В.В. Архипов,
главный специалист
ООО «РИСАД»

Литература:

1. ГОСТ Р 52748-2007. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения.
2. Н-106-53. Нормы подвижных вертикальных нагрузок для расчета искусственных сооружений на автомобильных дорогах. Госстрой СССР. 1952.
3. А.С. Прокофьев, В.В. Архипов. Сколько лет живут мосты? // Автомобильные дороги. № 9, 2015. С. 60–64.
4. О.В.Скворцов. Анализ действующих норм // Автомобильные дороги. № 5, 2015. С. 54–57.
5. О.В.Скворцов. Мы идем своим путем // Автомобильные дороги. № 7, 2015. С. 29–33.
6. П.М. Саламахин. Нормативные нагрузки АК для автодорожных мостовых сооружений // Дороги. Инновации в строительстве. № 18, апрель, 2012.
7. П.М. Саламахин. Временные нагрузки на автодорожные мосты. Недостатки, их последствия, способы их устранения // Palmarium academic publishing. Германия, 2013.
8. П.М. Саламахин. Недостатки действующих нормативных вертикальных временных нагрузок на автодорожные мостовые сооружения // Транспортное строительство. № 11, 2012. С. 28–32.
9. П.М. Саламахин. Нормативные нагрузки АК для автодорожных мостовых сооружений // Наука и техника в дорожной отрасли. № 2, 2010. С. 27–31.
10. Свод правил СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы».
11. СН 200-62. Технические условия проектирования железнодорожных автодорожных и городских мостов и труб. Трансжелдориздат, 1962.
12. СНиП 2.05.03-84* «Мосты и трубы».
13. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги.
14. Технические условия и правила проектирования и постройки авто-гужевых дорог и искусственных сооружений. Гупосдор НКВД СССР, 1939.
15. В.В. Архипов. Краткий очерк-летопись истории развития дорожной сети земли Новгородской. В. Новгород, 2005.



394020, Воронеж, ул. 9 Января, 294а, 12
тел. +7 910 287-63-16, e-mail: prokofievas@mail.ru

СОХРАНИТЬ И ПРИУМНОЖИТЬ!

Известно, что в любой работе и экономическая эффективность, и социальная ответственность являются основными проявлениями общегражданского долга. Это касается и мостостроительной отрасли.

Так, например, списанные мосты можно ремонтировать, до десяти раз снижая сметную стоимость и сроки, в сравнении со строительством (согласно проектной документации, утвержденной госэкспертизой) нового сооружения.

В связи с этим обратим внимание на то, что во время дефолта в нашей стране ООО «РИСАД» впервые была разработана ресурсосберегающая технология ремонта моста через реку Проня на автодороге «Рязань – Ряжск». Это оказалось возможным за счет выявления скрытых вероятностных ресурсов прочности материалов на основе нормального распределения Гаусса-Лапласа («Ресурсосберегающая технология ремонта мостов», «Наука и техника в дорожной отрасли», № 3, 1999), что позволило сэкономить сотни миллионов рублей, вместо строительства нового моста («Как сэкономить миллион», «Автомобильные дороги», № 4, 2002).

За последние четыре года специалистами «РИСАД» реализованы проекты ремонта девяти списанных мостов г. Калининграда; при этом на четыре моста уже была

разработана проектная документация нового строительства. Показательно то, что мост через реку Преголя, который еще 38 лет назад был списан НИИ мостов и кафедрой мостов ЛИИЖТ, в 2016 году успешно прошел испытание нагрузкой, эквивалентной НГ-60.

Ремонт сооружений вместо их нового строительства позволил сэкономить около 3 млрд рублей.

На митинге после испытания немецкого путепровода по улице Суворова, подтвердившего правильность проектного решения, А.Г. Ярошук, мэр Калининграда, за эффективность результатов и сэкономленные средства вручил А.С. Прокофьеву, директору ООО «РИСАД», памятную медаль «70 лет Калининграду».

Эти и другие примеры разумного выбора представлены в исследовательских работах, которые были выполнены ООО «Работоспособность искусственных сооружений на автомобильных дорогах» (РИСАД) – с указанием методик незаконного списания. Сами же работы подробно изложены в журнале «Автомобильные дороги» № 4 за 2017 год.

А.С. Прокофьев, директор ООО «РИСАД»,
д-р техн. наук, профессор,
почетный дорожник РФ



В день испытаний немецкого путепровода на улице Суворова
Слева направо: директор МКУ «ГДСР» В.Н. Свинцов, мэр Калининграда А.Г. Ярошук, ГИП А.С. Прокофьев