

Е. Н. ТРАЧ, Л. А. ГАННЕНКО (ДИИТ), В. Ф. КИРИЛЕНКО (Национальная академия природоохранного и курортного строительства, Симферополь)

ДЕРЕВЯННЫЕ КЛЕЕНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЗАРУБЕЖНЫХ ПЕШЕХОДНЫХ МОСТОВ

Представлено короткий огляд застосування дерев'яних мостів, а також наведено дерев'яні конструкції сучасних пішохідних і автодорожніх мостів, побудованих останнім часом у країнах Західної Європи. На підставі поданого огляду зроблено висновки щодо будівництва подібних конструкцій в Україні.

Представлен краткий обзор применения деревянных мостов, а также приведены деревянные конструкции современных пешеходных и автодорожных мостов, построенных в последнее время в странах Западной Европы. На основании представленного обзора сделаны выводы относительно строительства подобных конструкций в Украине.

A brief review on the application of wooden bridges is presented as well as wooden structures of modern pedestrian and road bridges built in recent years in the Western Europe are described. Based upon the review, the conclusions concerning the construction of similar structures in Ukraine are made.

Введение

Мостовые переходы относятся к открытым сооружениям, на которые влияют внешние температурные и погодные условия. Мостовые сооружения воспринимают подвижную нагрузку – железнодорожную, автомобильную или пешеходную. При проектировании выбор материалов конструкции зависит от всех этих факторов, а также от стоимости и срока службы сооружений.

По данным США, сравнение стоимости мостов из стали, железобетона и древесины показало, что если стоимость деревянного моста принять за 100 %, то стоимость металлического моста равна 150 %, а железобетонного – 310 %. Согласно тем же исследованиям, сроки службы деревянных мостов из клееной древесины составляют в среднем 50 лет. Это объясняется хорошей сохранностью антисептированной древесины и отсутствием расслоения клеевых швов. Через 50 лет конструкции, в силу изменения условий, требуют модификации.

Украина, Россия и другие страны СНГ по запасам древесины занимают первое место, и в годы первых пятилеток, после второй мировой войны, материал древесины эффективно применялся в транспортном строительстве. Начиная с пятидесятых годов, однобокая техническая политика в строительстве, ориентированная только на сборный железобетон, привела к ограниченному применению древесины, включая и деревянное мостостроение с применением современных клееных конструкций.

Украина располагает одним заводом клееных конструкций (г. Коростышев, Житомирская обл.), приобретенным в Германии еще в начале семидесятых годов. На сегодняшний день, начиная от конца восьмидесятых годов, этот завод практически не выпускает клееные конструкции, поэтому вопрос деревянного мостостроения отпадает сам по себе.

В Российской Федерации, располагающей примерно двумя десятками заводов и цехов клееных конструкций, применение клееной древесины в строительстве увеличивается, однако не отвечает современным требованиям.

В мостостроение клееные конструкции пришли с большим опозданием, и к настоящему времени число автодорожных мостов с их применением не превышает нескольких десятков. Сведений о пешеходных мостах с применением клееной древесины на просторах СНГ практически нет, а единичные примеры зарубежного строительства в учебной литературе [1–4] и периодических изданиях [5, 6] не дают представления о современном уровне.

Обзор деревянных пешеходных мостов в Западной Европе

В Западной Европе эффективно развивается строительство пешеходных и автодорожных мостов, в основном, в Германии, Швейцарии, Австрии. Отдано предпочтение деревянным клееным конструкциям. Пролеты при этом достигают восьмидесяти метров, а над некоторыми мостами утроены легкие крыши. Мосты прекрасно вписываются в ландшафт местности, и с

эстетической точки зрения являются украшением прилегающих территорий.

Далее приведен краткий обзор мостов преимущественно балочных систем, подкосных и рамных конструкций, мостов с применением сквозных конструкций, а также висячие системы мостов [7].

Балочные, рамные и подкосные системы мостов

Пешеходный мост у озера Аммерзее (Германия)

Мост однопролетный, балочный, длиной 21 м и шириной 2 м. Пролетное строение состоит из двух главных дощатоклееных балок сечением 20×115 см. Через 3 м по длине к ним подвешены на болтах диаметром 20 мм поперечные балки сечением 12×21 см с консолями, на свободных концах которых поставлены укосины, упирающиеся верхними концами в верхние части главных балок. По поперечным балкам уложены два прогона сечением 8×18 см, сверху которых находится рабочий деревянный настил из толстых досок 18×6 см.

Пешеходный крытый мост в г. Амберг (Германия)

Мост с одним пролетом длиной 24 м. Главной несущей системой является наклонная конструкция (рис. 1), которая состоит из двух наклоненных друг к другу клееных блоков сечением 17×295 см, расположенных в уровне крыши. Как вариант исполнения может быть рамная несущая конструкция (рис. 2).

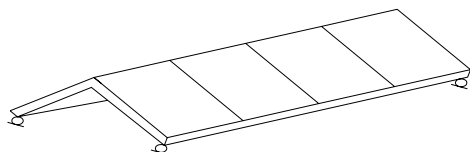


Рис. 1. Несущая конструкция из наклонных блоков

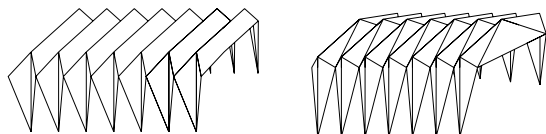


Рис. 2. Рамная несущая конструкция

К основной несущей конструкции крепятся поперечные рамы с разведенными стойками, которые воспринимают вертикальные силы на уровне крыши и передают горизонтальные усилия в нижние узлы крепления. Портальные рамы передают усилия от несущей конструкции на опоры. Пешеходная часть состоит из дощатого настила толщиной 6 см, уложенного на продольных балках, которые поддерживаются через каждые 2,2 м поперечинами (рис. 3).

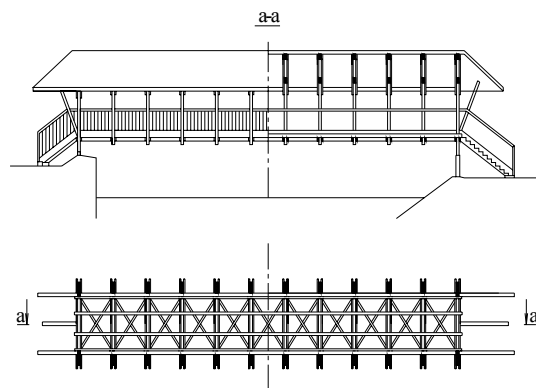


Рис. 3. Пешеходный крытый мост в Амберге

Пешеходный мост через реку Альб (Германия)

Мост балочной конструкции пролетом 18,44 м и шириной 2,18 м. Мост крытый, полная высота конька крыши над опорами 4,17 м. Пролетное строение состоит из двух балок сечением 15×40 см. Для поддержки несущих конструкций шатрового покрытия вдоль моста принята подкосная система со стойками и подкосами сечением 24×24 см (рис. 4).

В поперечном направлении неизменяемость и устойчивость конструкций покрытия обеспечивается установкой четырех поперечных рам, две из которых – порталные, а стойками двух других являются стойки подкосной системы.

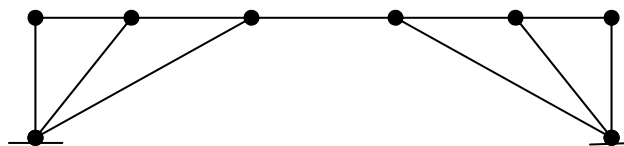


Рис. 4. Подкосная система с четырьмя подкосами

Пешеходный комбинированный мост в г. Стрёбинг (Германия)

Мост балочной системы длиной 21 м с опорами-подкосами для движения на роликовых коньках и скейтбордах. Пролетное строение выполнено из двух главных балок сечением

12×28 см. Сдвоенные поперечные балки сечением 20×20 см поставлены с шагом 3 м. Подкосные опоры выполнены из брусьев 16×16 см. Проезжая часть для обеспечения плавного движения выполнена из сталебетонной плиты с арматурой в виде профилированного настила и ездовым полотном из оцинкованной стали толщиной 1 мм.

Автодорожный мост в г. Лигнано (Венеция)

Одноколейный трехпролетный автодорожный мост (13,7 + 16 + 13,7 м) для движения по нему грузовых автомобилей и пешеходов. V-образные деревянные раскосы из клееного бруса сечением 10,5×60 см закреплены на обеих главных балках в четырех местах по длине пролета (рис. 5). Главные балки состоят из спаренных клееных блоков сечением 2×14,5×60 см. Поперечные балки, установленные через 1,5 м, поддерживают решетку проезжей части из плотно лежащих брусьев сечением 10×20 см, выполненных из прочных сортов древесины. Над решеткой выложен настил из толстых досок 5×15 см. Горизонтальные усилия воспринимают стальные диагонали, расположенные под проезжей частью. Тротуар продуманно защищен от солнца высокой решеткой из толстых досок.

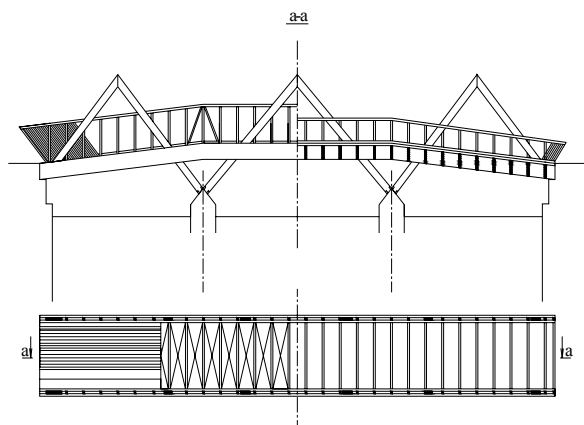


Рис. 5. Автодорожный мост в Лигнано

Мосты с применением сквозных конструкций

Пешеходный мост в г. Зиме (Швейцария)

Деревянный крытый мост для пешеходов и велосипедного движения общей длиной 108 м и шириной 4,4 м. Построен через глубокую впадину реки, которая в средней части мостового перехода судходна.

Мост трехпролетный (27 + 54 + 27 м) из двух деревянных клееных ферм с параллельными поясами с двумя треугольными шпренгельными системами в нижней части ферм для опирания на промежуточные опоры. Длина панели ферм – 6,75 м. В узлах нижнего пояса ферм поставлены поперечные дощатоклееные балки сечением 16×36,6 см. Проезжая часть в виде настила сечением 12×26 см. Пространственная жесткость обеспечивается диагональными связями в плоскости нижнего пояса и вертикальными диагональными связями в шпренгельных системах на опорах. Для устройства крыши верхние пояса ферм объединены в рамную систему.

Пешеходный мост через р. Неккар (Германия)

Пространственный мост с решетчатыми фермами для пешеходов и велосипедистов с центральным пролетом 80 м (рис. 6).

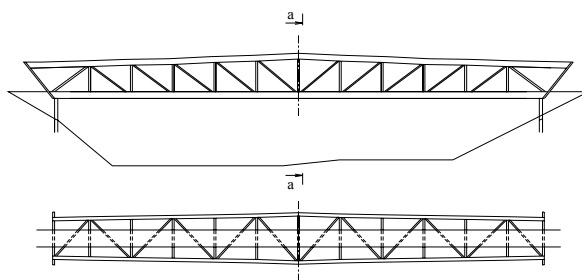


Рис. 6. Пространственный решетчатый мост в Ремсеке через р. Неккар

Три друг с другом связанные решетчатые фермы образуют в поперечном сечении равнобедренный треугольник с длиной основания 6,40 м над опорой и 7,56 м в середине пролета (рис. 7). В поперечном сечении пояса ферм состоят из двух частей клееных досок с переменной высотой сечением 24×30 см у опоры и 30×30 см в середине пролета. Прикрепление ферм между собой осуществляется при помощи стальных врезок на стержневых шпонках (рис. 8).

Нижняя решетчатая ферма действует как горизонтальные связи жесткости и несет продольные балки проезжей части. Три дощатоклееные балки, которые расположены на поперечинах, покрыты гидроизоляцией и сосновым настилом и образуют тротуар шириной 3 м. Над тротуаром сооружен стеклянный навес.

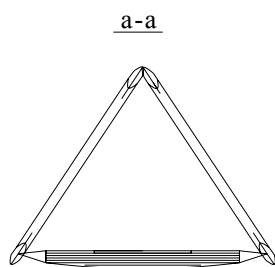


Рис. 7. Поперечное сечение ферм в середине пролета

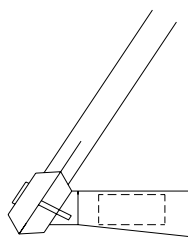


Рис. 8. Узел крепления нижнего пояса ферм

Мосты висячих систем

Пешеходный мост в г. Мартигни (Швейцария)

Вантовый деревянный мост с возможностью велосипедного движения пролетом 28 м. Пролетное строение шириной 2,5 м поддерживается двумя парами оттяжек, прикрепленными в третях пролета. Оттяжки-ванты крепятся к двум парным пилонам, установленным в начале и в конце мостового перехода. Пролетное строение состоит из двух главных составных балок из древесины лиственницы с соединением на болтах. К балкам снизу малым шагом по длине присоединены поперечные балки, по которым непосредственно уложен дощатый настил из лиственницы толщиной 60 мм.

Пешеходный мост в г. Исманинг (Германия)

Мост подвесной системы с длиной подвешенной части в средней части моста 60 м. Подвеска осуществляется с помощью металлических тросов, закрепленных на двух А-образных пилонах, установленных в средней части мостового перехода. Пролетное строение состоит из двух дощатоклееных балок сечением 20×123 см.

Крепление стальных тросов к пролетному строению выполнено с помощью металлических поперечных элементов с конической формой поверхности на концах. В этих местах в нижней части между балками поставлены стальные диагональные связи. В средней части моста, где тросы проходят ниже уровня проезда, для передачи усилий на главные балки в двух местах снизу поставлены металлические вертикальные поперечные рамы. Проезжая часть выполнена в виде настила толщиной 65 мм, уложенного на три прогона.

Пешеходный ленточный мост в Эссинге (Германия)

Мост шириной 3,5 м рассчитан под пешеходную и велосипедную нагрузки. Общей длиной 192 м он расположен над трассой и каналом Майн – Донау (рис. 9). Этот мост входит в список одного из 75 самых красивых мостов мира.

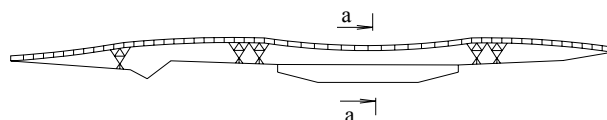


Рис. 9. Пешеходный мост в Эссинге

Пролетное строение состоит из девяти несущих дощатоклееных балок сечением 22×65 см, связанных между собой (рис. 10).

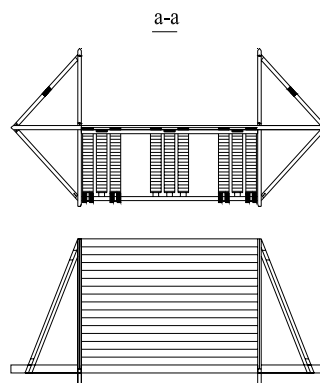


Рис. 10. Поперечное сечение в середине пролета

Внешняя легкость этой конструкции позволяет изящно вписать мостовое сооружение в ландшафт. Материал преимущественно из древесины, ровный и прочный настил, легкое поскрипывание конструкции во время движения по ней создают состояние гармонии с природой. Это поистине филигранное сооружение никого не оставит равнодушным.

Выводы

1. Техничко-экономические показатели современных деревянных мостов, их долговечность, а также малые транспортные расходы на их доставку и сооружение являются, несомненно, достоинствами по сравнению с мостами из других конструкционных материалов.

2. Такие регионы Украины, как Крым и Карпаты, являются курортными и туристическими, а потому нуждаются в прогулочных, велосипедных и пешеходных дорогах, построенных с учетом ландшафтного проектирования. При этом необходимы легкие мосты, украшающие маршрут и вписывающиеся в окружающую территорию.

3. Необходимо расширить производственную базу клееных деревянных конструкций с приобретением заводов и цехов за рубежом, что позволит Украине и России ликвидировать перекоп в области строительства, включая и деревянное мостостроение, наносящий немалый ущерб нашему хозяйству.

4. Учебная база по курсу деревянных автодорожных и пешеходных мостов должна быть дополнена современными пособиями, которые включали бы последние достижения в этой области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гибшман, М. Е. Проектирование транспортных сооружений [Текст] / М. Е. Гибшман. В. И. Попов. – М.: Транспорт, 1988. – 447 с.
2. Стуков, В. П. Мосты с балками комбинированного сечения из клееной древесины и железобетона [Текст] / В. П. Стуков. – Архангельск, 1997. – 157 с.
3. Кулиш, В. И. Клееные деревянные мосты с железобетонной плитой [Текст] / В. И. Кулиш. – М.: Транспорт, 1979. – 160 с.
4. Инженерные сооружения в транспортном строительстве [Текст]: учеб. для вузов / под ред. П. М. Саламахина. – Кн. 1. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 352 с.
5. Дмитриев, П. А. Новое в зарубежном строительстве автодорожных и пешеходных мостов [Текст] / П. А. Дмитриев // Известия вузов. Стр-во и архитектура. – 1997. – № 1-2. – С. 84-89.
6. Костелянц, Б. А. Деревянные мосты на автодорогах России [Текст] / Б. А. Костелянц, В. М. Картопольцев // Известия вузов. Стр-во и архитектура. – 1997. – № 1-2. – С. 89-93.
7. Holzbau Atlas / J. Natterer *et al.* – München, 2003. – 376 с.

Поступила в редколлегию 15.03.2010.

Принята к печати 26.03.2010.