

УДК 624.21:691.116

В.П. Стуков

Стуков Валерий Павлович родился в 1941 г., окончил в 1963 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор кафедры промышленного и гражданского строительства верфи филиала «Севмашвтуз» С.-Петербургского государственного морского технического университета, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный дорожник РФ. Имеет более 70 печатных работ в области исследований работы и расчета балок комбинированного сечения, составленных из древесины и бетона; пространственных методов расчета балочных пролетных строений мостов.



АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ МОСТОВ С БАЛКАМИ ИЗ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Показано, что конструкционная защита клееной древесины при использовании деревожелезобетонных балок существенно снижает круг дефектов и способна обеспечить длительные сроки эксплуатации мостового сооружения.

Ключевые слова: мосты, балки, клееная древесина, дефекты.

В Архангельской области эксплуатируют до трети мостов с балками из клееной древесины. География их строительства – 10 районов области с отличающимися климатическими условиями.

Проектирование автодорожных мостов с балками из клееной древесины предполагает привязку типовых проектов к местным условиям (в соответствии с производственными возможностями строящей организации). В таких проектах (810-Р, 810-К и др.) приняты два варианта конструкционного решения плиты: дощато-гвоздевая и железобетонная. Покрытие проезжей части должно быть асфальто- или цементобетонным. Проекты предусматривали единые сроки эксплуатации элементов из различных материалов. Упрощение конструкции неизбежно ведет к ухудшению условий работы клееной древесины, сокращению сроков нормальной эксплуатации и, по большому счету, дискредитации ее использования в мостовом сооружении. Массовое строительство мостов имело место в 1982–1989 гг. Все мосты построены подразделениями управления «Архангельскавтодор» (МРСУ, Котласский, Вельский, Виноградовский, Ленский ДРСУ и пр.). Из них 89 % балок пролетных строений выполнены в соответствии с типовым проектом 810-Р Гипроавтотранса (изготовитель балок – ЭПЗ «Красный Октябрь» в г. Архангельске), остальные по проекту 810-К Союздорпроекта (изготовитель – завод КДК в г. Вельске). В 73 пролетных строениях использованы 556 балок (из них 374 балки, или 67,3 % длиной 18 м, 110 балок, или 19,8 % – 15 м, 48 балок, или 8,6 % – 12 м, 24 балки, или 4,3 % – 9 м). При обследовании состояния клееной древесины в мостовом сооружении на основании экспертной оценки решали комплекс задач по воздействию окружающей среды, специфики конструкции моста, состояния

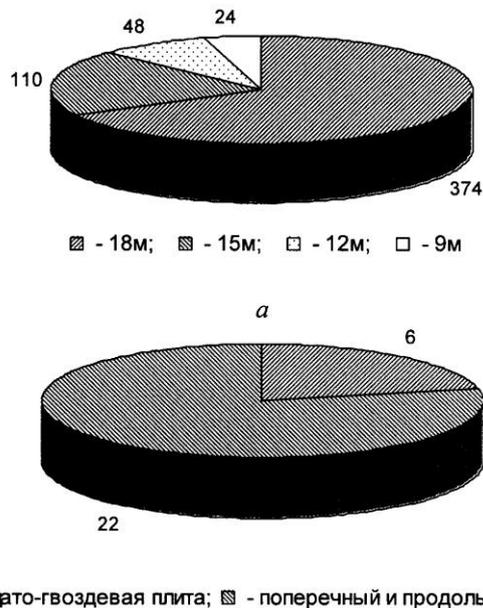


Рис. 1. Информация по обследованным мостам:
a – число деревоклеенных балок различных пролетов, шт.;
б – число мостов различной конструкции настила проезжей части, шт.

элементов и конструкции в целом и т. д. Из информации по обследованным мостам, представленным на рис. 1, *a* и *б*, следует, что использованы все рекомендуемые типовыми проектами пролеты. Из них 67,3 % балок имеют рекордную для типового проектирования длину 18 м. Только 21,4 % настилов выполнены в виде деревоплиты. Отступление от типового проекта является определяющим в проявлении большинства дефектов. Деревоплита предполагает конструкционную защиту балок из клееной древесины, тогда как поперечный и продольные настилы, традиционно используемые в деревянных мостах, абсолютно не защищают клееную древесину от попадания воды с проезжей части мостового сооружения. На рис. 2 и 3 показана картина разрушения пролетных строений обследованных мостов.

Почти у 60 % мостов разрушен продольный деревянный настил, у 30 % – поперечный; у 50 % обнаружено загнивание древесины элементов (в основном настила); у 36 % мостов разрушению подвержены основные несущие элементы конструкции пролетного строения – деревоклеенные балки.

В основном загниванию подвержена неантисептированная древесина настила. Несоответствие конструктивного исполнения требованиям капитальности конструкции – единству элементов конструкции по срокам службы – во многом усилило дефектообразование. Проезжая часть половины обследованных мостов засыпана грунтом, что усугубляет режим

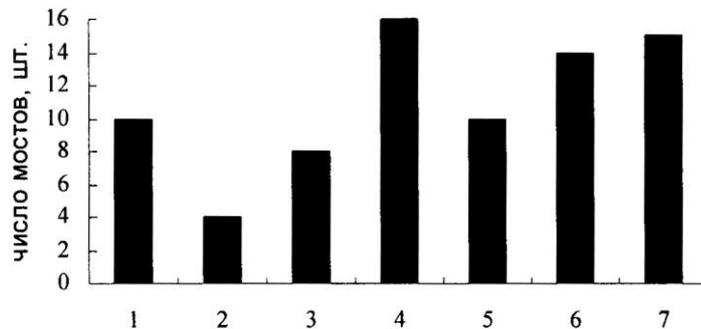


Рис. 2. Разрушение элементов пролетных строений и грунт на проезжей части моста: 1 – сквозные расслоения клеевых швов балок; 2 – деревоплита; 3 – поперечный настил; 4 – продольный двойной настил; 5 – тротуары и перила; 6 – загнивание элементов конструкции; 7 – грунт на проезжей части моста

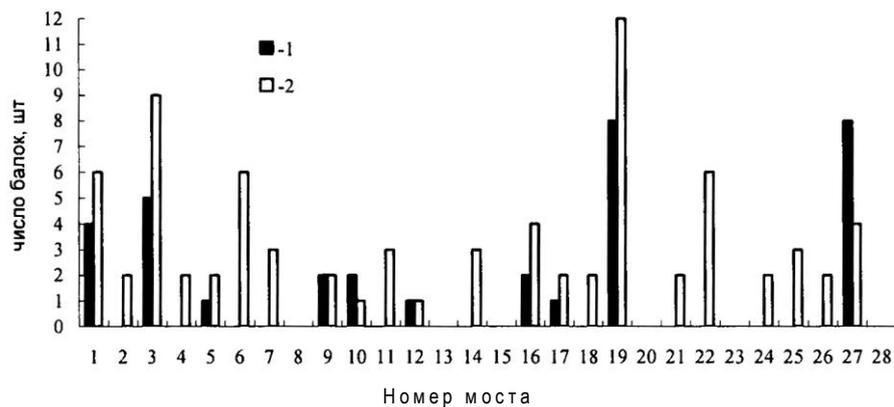


Рис. 3. Расслоения клеевых швов балок в обследованных пролетных строениях: 1 – сквозные расслоения; 2 – несквозные расслоения. Нумерация мостов – согласно табл. 1 и 2 в работе [2]

работы древесины. В четырех из шести обследованных мостов разрушена деревоплита.

Расслоение клеевых швов в балках обследованных мостов носит всеобъемлющий характер, это основной дефект пролетного строения с деревоклееными балками. Исключить его – значит дать клееной древесине путевку в мостостроение. Во вновь построенных мостах этот дефект пока не проявился.

Представляет интерес состояние пролетных строений моста через р. Лявлю после длительной эксплуатации. В данной конструкции для клееной древесины создан нормальный температурно-влажностный режим, за исключением отклонений (недостаточный зазор между торцом балки и шкафной стенкой устоя, намокание клееной древесины через деформацион-

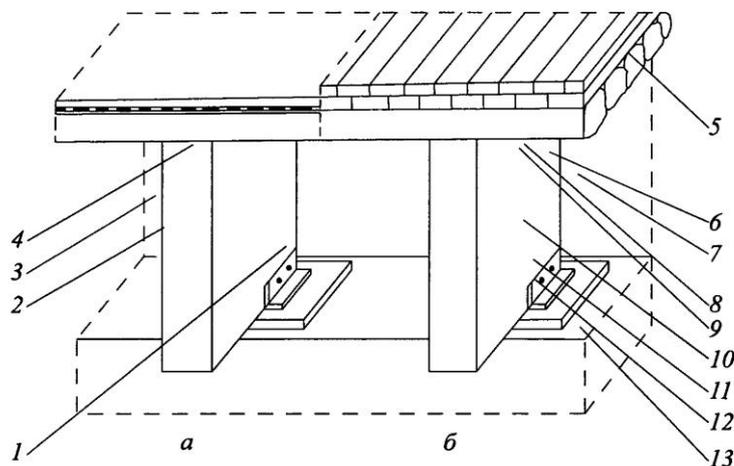


Рис. 4. Основные дефекты пролетных строений с деревоклееными балками (ребрами) *а* – пролетное строение с балками из клееной древесины и железобетона; *б* – пролетное строение с деревоклееными балками; 1 – загнивание клееной древесины; 2 – расслоение клеевых швов фасадных поверхностей крайних балок; 3 – недостаточный зазор между торцами балок и шкафной стенкой устоя; 4 – конструктивные недоработки сопряжения ригеля с плитой; 5 – отсутствие водоотвода с проезжей части моста; грунты на проезжей части моста; отступления от типовых проектов, предусматривающих использование деревоплиты с асфальтобетонным или цементобетонным покрытием; разрушение продольного и поперечного настилов с загниванием древесины; отсутствие гидроизоляции в конструкции полотна проезжей части; 6 – отсутствие конструктивной защиты клееной древесины ребер; 7 – недостаточный зазор между торцами ребер балки и шкафной стенкой устоя (или заборной стенкой); 8 – замачивание клееной древесины ребер; 9 – загнивание древесины верху ребер; 10 – расслоение клеевых швов ребер; 11 – загнивание древесины ребер в месте опирания на опору; 12 – отсутствие гидроизоляции между древесиной ребра и металлической опорной частью; 13 – смерзшаяся грязь на подферменных площадках опор

ный шов, загнивание ее на опорном участке у одной из балок – как последствия эксплуатации до реконструкции совместно с дефектами установки болта диафрагмы и т. д.), не связанных со спецификой конструкции балки (комбинированное сечение из клееной древесины и железобетона). Число дефектов несоизмеримо меньше, чем в деревянных пролетных строениях. На рис. 4 приведены основные дефекты в рассматриваемых пролетных строениях. Интересно проанализировать информацию, приведенную в табл. 1 и 2 работы [2] с точки зрения влияния различных факторов на эксплуата-

ционные качества клееной древесины после длительного периода эксплуатации. Первоначальные характеристики пролетного строения, в частности клееной древесины, утрачиваются со временем. В этот процесс вносят свой вклад различные факторы. Интересно установить, например, какие из внешних воздействий, полученных во время эксплуатации дефектов, использованных конструкционных решений и т. д. оказали решающее влияние на состояние клееной древесины.

Поиск факторов, оказывающих наибольшее влияние на снижение первоначальных качеств клееной древесины и пролетного строения в целом, – задача многокритериальная. Для ее оптимального решения используют ряд методов: сравнения, прямые, аксиоматические, компенсации и т. д. Целесообразно применять экспертную оценку решений. Здесь, как и в прямом методе, используют весовые коэффициенты, учитывающие вклад отдельных критериев в обобщенный. Экспертные методы весьма многообразны: 1) сравнение по предпочтительности всех критериев одновременно-непосредственного определения весов (интуитивной оценки), шкальных оценок, фон Неймана – Morgenштерна, Черчмена – Акофа, дерева целей и др.; 2) одновременное сравнение только двух критериев (парное сравнение): парных соотношений, приоритетов, анализа иерархий и др. Заслуживает внимания метод анализа иерархий (МАИ), в котором производят парные сравнения с количественной оценкой предпочтений. Создатель метода Т.Л. Саати исходит из модели естественного хода человеческого мышления, рождающего концепцию и структуру решения сложной проблемы. Оценивают воздействие различных компонент иерархической системы на всю систему, и устанавливают приоритеты этих компонент [1].

С нашей точки зрения, определение решающих факторов в подобной постановке задачи было бы обязательным, если бы не было столь явных нарушений конструкции пролетного строения, дискредитирующих идею использования клееной древесины в мостостроении. Следует выполнить требования конструктивной и химической защиты, и проблемы с массовым дефектообразованием отпадут. Стабильный температурно-влажностный режим, отвечающий условиям нормальной эксплуатации, позволит сохранить первоначальные качества в течение длительного времени.

На рис. 4 показано, насколько сужается круг дефектов при надлежащем обеспечении конструкционной защиты клееной древесины железобетонной плитой. Таким образом, несложная экспертная оценка многообразия факторов позволила охарактеризовать как неприемлемые условия эксплуатации мостов при принятом конструктивном решении пролетного строения с балками из клееной древесины. С нашей точки зрения, не имеет смысла оценивать, что было решающим из внешних факторов или дефектов в снижении первоначальных характеристик, поскольку эксплуатировалась несовершенная конструкция пролетного строения. Конструкционная и химическая защита снимают практически все проблемы долголетия эксплуатации клееной древесины.

Таким образом, выполненные натурные обследования состояния мостов с балками из клееной древесины после длительной эксплуатации в условиях Европейского Севера России и их анализ позволили определить, что основными причинами разрушения клееной древесины балок пролетных строений являются несовершенства конструкции пролетного строения, повлекшие расслоение клеевых швов и биоразрушение других элементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Владимирский, С.Р.* Современные методы проектирования мостов [Текст] / С.Р. Владимирский. – СПб.: Папирус, 1998. – 493 с.
2. *Стуков, В.П.* Комплексное исследование мостов с балками из клееной древесины [Текст] / В.П. Стуков // Лесн. журн. – 2006. – № 5. – С. 40–46. – (Изв. высш. учеб. заведений)

Филиал «Севмашвтуз»
С.-Петербургского государственного
морского технического университета

Поступила 02.06.05

V.P. Stukov

Bridges' State Analysis with Laminated Wood Beams

It is shown that structural protection of laminated wood reduces defects considerably and is able to ensure long-term running of bridgework when using wood and reinforced concrete beams.
