

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРЫ В КОНСТРУКЦИЯХ МОСТОВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

В связи с возобновлением интереса к применению в строительной промышленности неметаллической высокопрочной арматуры на основе базальтового и стекловолокна возникла необходимость проведения обследования состояния стеклопластиковой арматуры, использованной в конструкциях мостов на автомобильных дорогах ряда территорий Дальнего Востока России.

Три опытных моста были возведены в 1970–1990 годах под руководством доктора технических наук профессора В.И. Кулиша с участием сотрудников кафедры «Мосты, основания и фундаменты» ТОГУ и эксплуатируются по настоящее время.

В опытных мостах была применена стеклопластиковая арматура Ø6 мм. Временное сопротивление разрыву арматуры составляло 1600 МПа, плотность – 2,02 т/м, содержание эпоксифенольного связующего – 17–20%. Прочность и деформативность арматуры определялись свойствами стекловолокна, а в поперечном сечении стержня Ø6 мм были расположены 5,2×10 стекловолокон Ø10 мкм алюмоборосиликатного состава, причем связующего 20% по массе было достаточно для равномерного его распределения между стеклянными волокнами.

В 2006 году по техническому заданию НИИЖБ им. А.А. Гвоздева сотрудниками кафедры «Мосты, основания и фундаменты» ТОГУ было проведено обследование этих мостов. Результаты обследований конструкций дали положительное заключение, при этом особое внимание обращалось на состояние контакта стержней арматуры с основой балок.

Обследование проходили на следующих конструкциях опытных мостов:

- деревожелезобетонное пролетное строение моста с балками из клееной древесины, предварительно напряженными стеклопластиковой арматурой;
- стеклопластикобетонное пролетное строение длиной 15 м;
- сталежелезобетонное пролетное строение моста с металлическими балками,

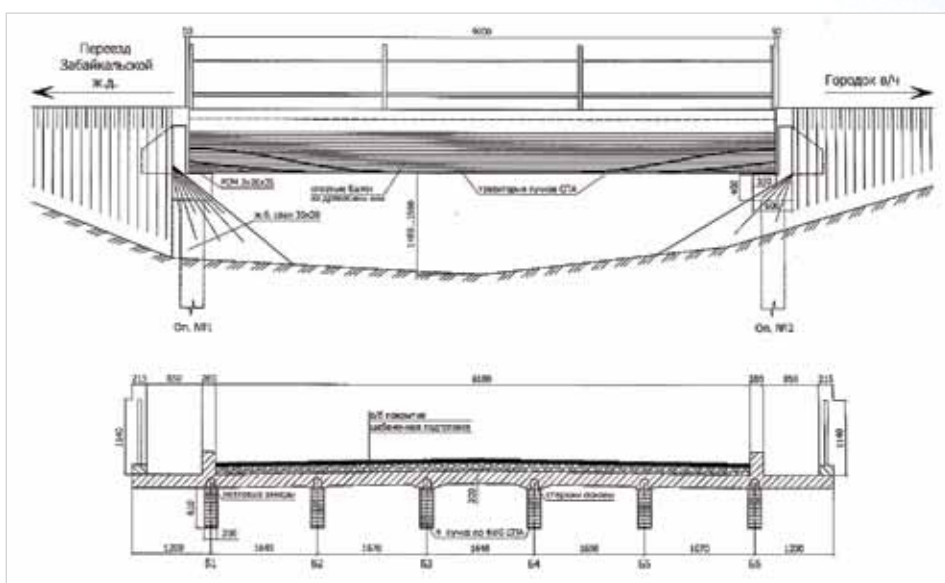
предварительно напряженными затяжками из стеклопластиковой арматуры.

Деревожелезобетонное пролетное строение с балками из клееной древесины с предварительно напряженной стеклопластиковой арматурой

Первое деревожелезобетонное пролетное строение моста с предварительно напряженными балками из клееной древесины пролетом 9 м по проекту кафедры «Мосты и тоннели» Хаба-

ровского политехнического института построено и введено в эксплуатацию в 1975 году управлением «Амуравтодор» через суходол в селе Екатеринославка Амурской области. Каждая из шести балок сечением 20×61 см из древесины ели была преднапряжена четырьмя пучками стеклопластиковой арматуры по четыре стержня Ø6 мм. Балки объединены с железобетонной плитой проезжей части марки 300. Габариты моста Г–8+2×0,75 м, нагрузки М-30, НГ-60.

Для уменьшения скалывающих по напряжению в балках опытного моста пучки стеклопластиковой арматуры были рассредоточены и размешены в криволинейных пазах на приопорных участках балок.



Конструкция моста через суходол в селе Екатеринославка Амурской области

Это позволило снизить концентрацию усилий преднапряжения, снизить вероятность появления трещин, повысить несущую способность балок по поперечной силе на участках наклонного расположения пучков, а также снизить влияние на состояние стержней арматуры локальных деформаций в опорных узлах, имеющих существенное развитие в древесине при малых значениях прочностных жесткостных показателей в направлении поперек волокон.

При изготовлении балок опытного моста длиной 9 м был применен способ натяжения арматуры непосредственно на балку.

Завершающий этап изготовления балки включал: работы по заполнению пазов пучком стеклопластиковой арматуры клеевым составом; технологический перерыв для полимеризации клеевой композиции и набора ею прочности; передачу усилия преднапряжения с упорного устройства на основу балки; устройство связующих элементов по верхней грани балок для их объединения на месте строительства моста с монолитной железобетонной плитой проезда.

Испытания введенного проезда моста в эксплуатацию с статической нагрузкой показали соответствие его работы принципам, положенным в основу расчета деревожелезобетонных конструкций с особенностями взаимодействия балок комбинированных сечений с плитой проезда.

Полученные данные по результатам обследования позволяют отметить:

- сохранившиеся условия совместной работы основы балок, железобетонной плиты проезда и армоэлементов свидетельствуют о сохранении эффекта преднапряжения стеклопластиковой арматуры в конструкциях моста;
- необходимо установить жесткие требования по назначению максимальной толщины досок, используемых при изготовлении клееных деревянных балок;
- для сохранения работоспособности конструкций на основе клееной древесины необходимо выполнение требований в рамках регламента профилактических и планово-предупредительных работ по защите древесины; ввиду большой чувствительности клееных деревянных конструкций к влажностным воздействиям, по сравнению с конструкциями из других материалов, выполнение указанных требований необходимо.

Стеклопластбетонное пролетное строение длиной 15 м

Мост с применением стеклопластиковой арматуры в составе сечений железобетонных балок построен в 1989 году через реку Хинган в г. Облучье (Еврейская автономная область).

Мост имеет схему 5×15 м. В поперечном сечении стеклопластбетонного пролетного строения установлены пять ребристых предварительно напряженных без уширения в нижней зоне

балок. Габариты проезжей части и тротуаров Г-7+2×0,75 м, расчетные нагрузки – А-11, НК-80. Балки пролетного строения изготовлены на Хабаровском заводе МЖБК треста «Автомост» в 1987 году, строительство моста было осуществлено силами МСУ – Трест № 12 в 1989 году.

Изготовление экспериментальных балок осуществлялось по стендовой технологии с использованием двух петлевых пучков из стальной высокопрочной арматуры (СВА) Ø5 мм. Пучки на одном конце стенда крепились пальцами-фиксаторами, на другом – тягами к гидравлическим домкратам.

После бетонирования и твердения бетона балок осуществлялась плавная передача усилия натяжения арматуры со стенда на балки путем нагревания газоплазменной горелкой с последующим удалением концевых участков петлевых пучков. Эта технология наряду с реализацией ряда интересных решений была освоена на Хабаровском заводе МЖБК.

Для анкеровки пучков в бетоне балок использовали стыковые обоймы и внутренние анкера в виде стальных пластинок размером 1×2×7 с обточенными гранями.

Для ускорения твердения бетона балки была проведена его тепловая обработка с подъемом температуры до 80°C.

При изготовлении стыков стеклопластиковых и стальных частей выполнялись следующие технологические операции:

- обезжиривание стальных проволок на участке стыка с ацетоном;
- выравнивание длины стальных проволок петли путем постановки сжима двух металлических пластин, стягиваемых винтами на месте перегиба стальных проволок;
- попарное соединение стальных и стеклопластиковых стержней проволоочными скрутками на месте стыка;
- приготовление эпоксидного компаунда и его заливка в обойму стыка в вертикальном положении.

Твердение компаунда проходило в течение первых двух суток в естественных условиях, в течение последующих – прогрев по 12 часов в сутки при 80°C.



Вид моста через реку Хинган в г. Облучье с левого берега с верхней стороны

Натяжение опытных пучков со стыкованными узлами осуществляли ступенями по 15 кН, с выдержкой 30 сек. на ступени.

Обследование опытного пролетного строения моста привело к выводу об успешном эксперименте по применению стеклопластиковой арматуры и о необходимости проведения дальнейших более широких экспериментов.

Представленный опыт создания анкерных устройств, подготовки армоэлементов из стеклопластиковой арматуры, изготовление стеклопластобетонных балок и положительный опыт эксплуатации конструкций в течение 22 лет дают основание для более широкого внедрения и глубокого изучения вопроса поведения стеклопластиковой арматуры в преднапряженных конструкциях.

Сталежелезобетонное пролетное строение моста с металлическими балками, предварительно напряженными затяжками из стеклопластиковой арматуры

Мост со сталежелезобетонным пролетным строением, балки которого преднапряжены стеклопластиковой арматурой, был построен в России в 1981 году в Приморском крае через р. Тигровую на 35 км автомобильной дороги Шкотово – Партизанск. Третье пролетное строение этого моста – опытное, полной длиной 12 м.

В его поперечном сечении расположены шесть металлических балок, объединенных монолитной железобетонной плитой проезжей части. Характеристики опытного пролетного строения – Г–8,1+2×0,75, расчетные нагрузки Н-30, НК-80.

В качестве главных балок в пролетном строении использованы прокатные двутавры № 45, для обеспечения несущей способности которых осуществлено их преднапряжение затяжками из стеклопластиковой арматуры по 12 стержней Ø6 мм.

Предварительное напряжение осуществляли путем вытяжки свободных концов затяжек домкратом на 117 мм, для чего концы стержней закрепляли в клиновых вкладышах, размещаемых по периметру кольца захвата.



Сталежелезобетонное экспериментальное пролетное строение моста. На нижнем поясе крайней балки – упоры стеклопластиковой арматуры



Вид снизу на металлические балки с преднапряженной стеклопластиковой арматурой

Все работы по изготовлению преднапряженных балок были выполнены в лаборатории кафедры «Мосты и тоннели» Хабаровского политехнического института в 1980 году.

При обследовании опытного пролетного строения в 2006 году было отмечено удовлетворительное состояние покрытия, одежды ездового полотна, плиты проезда, металлических балок.

Тщательный осмотр при обследовании анкеров и пространств между ребрами упоров, заполненных эпоксидно-цементным компаундом, не выявил проскальзывания стержней стеклопластиковой арматуры относительно несущей конструкции.

Таким образом, результаты обследования свидетельствуют о сохранении эффекта предварительного напряжения в конструкциях пролетного строения моста и позволяют утверждать, что предложенные конструкции и реализованные технологии по захвату и закреплению стержней в анкерных устройствах на балках, принятые меры по обеспечению выносливости сопряжения пучка с упором получили положительную оценку после 15-летней эксплуатации.

В.Ф. Степанова,
д-р. техн. наук, профессор,
заведующий лабораторией
долговечности
строительных конструкций
ОАО «НИЦ «Строительство»