

Опыт применения композитной арматуры в конструкциях мостов на автомобильных дорогах

В связи с возобновлением интереса к применению в строительной промышленности 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 70-90 годах прошлого столетия под руководством д.т.н. профессора Кулиша В.И. с участием сотрудников кафедры «Мосты, основания и фундаменты» ТОГУ и эксплуатируются по настоящее время.

В опытных мостах была применена стеклопластиковая арматура диаметром ϕ -6 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 ϕ -6мм были расположены 5,2x10 стекловолокон ϕ -10мкм 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 обращали 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 метров.

- Стале железобетонное пролетное строение моста с металлическими балками, предварительно напряженными затяжками из стеклопластиковой арматуры.

а) Деревожелезобетонное пролетное строение с балками из клееной древесины с предварительно напряженной стеклопластиковой арматурой. Первое деревожелезобетонное пролетное строение моста с преднапряженными балками из клееной древесины пролетом 9 м по проекту кафедры «Мосты и тоннели» Хабаровского политехнического института построено и введено в эксплуатацию 1975 г. Управлением «Амуравтодор» через суходол на Южной в с. Екатеринославка Амурской области. Каждая из шести балок сечением 20x61 см из древесины ели была преднапряжена четырьмя пучками стеклопластиковой арматуры по четыре стержня диаметром ϕ -6мм. Балки объединены с железобетонной плитой проезжей части марки 300. Габариты моста Г-8+2x0,75м, нагрузки М-30, НГ-60 Для уменьшения скалывающих по напряжению в балках опытного моста пучки стеклопластиковой арматуры были рассредоточены и размещены в криволинейных пазах на опорных участках балок. 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 метров 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 набору 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.

необходимость установления жестких требований 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; при большой чувствительности клееных деревянных конструкций к влажностным воздействиям по сравнению с конструкциями из других материалов, выполнение указанных требований необходимо.

б) Стеклопластбетонное пролетное строение длиной 15 м.

Мост с применением стеклопластиковой арматуры с в составе сечений железобетонных балок построен в 1989 году через реку Хинган в г. Облучье, ЕАО

Мост имеет схему 5x15м. В поперечном сечении стеклопластбетонного пролетного строения установлены пять ребристых предварительно напряженных без уширения в нижней зоне балок (рис. 4). Габариты проезжей части и тротуаров Г-7+2x0,75м., расчетные нагрузки –А11, НК-80. Балки пролетного строения изготовлены на Хабаровском заводе МЖБК треста «Автомост» в 1987 году, строительство моста было осуществлено силами МСУ – 12 треста в 1989 году.

Изготовление экспериментальных балок осуществлялось по стендовой технологии с использованием двух петлевых пучков из стальной высокопрочной арматуры (СВА) диаметром ф-5мм. 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 анкерования пучков в бетоне балок использовали стыковые обоймы и внутренние анкеры в виде стальных пластинок размером 1x2x7 с обточенными гранями.

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

При изготовлении стыков стеклопластиковых и стальных частей выполняли 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 проволочными скрутками на местк стыка;
- приготовление эпоксидного компаунда и его заливка в обойму стыка в вертикальном положении.

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

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 стеклопластбетонных балок и положительный опыт эксплуатации конструкций в течении 22 лет дают основание для

более широкого внедрения и глубокого изучения вопроса поведения стеклопластиковой арматуры в преднапряженных конструкциях.

с) 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 реку Тигровую на 35 км. автомобильной дороги Шкотово-Партизанск 12х6 м. Третье пролетное строение этого моста – опытное, полной длиной 12 м. (рис.5) В его поперечном сечении расположены шесть металлических балок, объединенных монолитной железобетонной плитой проезжей части. Характеристики опытного пролетного строения – $G - 8,1+2 \times 0,75$, расчетные нагрузки Н-30, НК-80.

Схема моста $6 \times 2 + 12 \times 2 + 6 \times 2$. Третье слева – сталежелезобетонное пролетное строение с преднапряженными СПА балками. 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 диаметром 6 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. 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 эпоксидноцементным компаундом, не выявил проскальзывания стержней СПА относительно несущей конструкций.

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, закреплению стержней в анкерных устройствах на балках, принятые меры по обеспечению выносливости сопряжения пучка с упором получили положительную оценку после 15-ти летней эксплуатации.

Зав Лаб. Долговечности строительных

В.Ф. Степанова

Конструкций ОАО «НИЦ «Строительство»

Д.т.н., профессор