

высушенную древесину. Это и будет называться комплексной защитой. Антипирены – вещества, сдерживающие горение, могут входить в состав пропиток для древесины, однако существуют и специальные пропитывающие составы, а также противопожарные краски. Добиться того, чтобы древесина не горела либо как можно дольше сопротивлялась горению можно двумя способами. Во-первых, пропиткой структуры дерева веществами, которые при нагревании древесины до температуры возгорания выделяют углекислый газ, обволакивающий ее и не позволяющий возникнуть пламени. Во-вторых, можно покрывать древесину веществами, образующими при нагревании герметичную и устойчивую к пламени пленку на ее поверхности.

Ассортимент защитных средств для древесины довольно широк и разнообразен по своему составу, поэтому, чтобы не вызвать конфликт веществ при комплексной защите, следует выбирать средства от одного производителя, которые, как правило, принадлежат одной системе и полностью совместимы между собой.

УДК 624.01/04

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ В ПЛИТАХ БЕЗБАЛЛАСТНОГО МОСТОВОГО ПОЛОТНА (БМП)**

*В. В. ТАЛЕЦКИЙ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Постоянное повышение стоимости стальной арматуры ведет к более широкому применению высокопрочной неметаллической арматуры из композитных материалов. В нашей республике специалисты только в последние годы обратили внимание на потребность строительной отрасли в композитных материалах, которые позволяют увеличить долговечность конструкций зданий и сооружений. Основными проблемами узкого применения композитной арматуры явились: низкий модуль упругости; трудность закрепления в натяжных устройствах (при создании предварительно-напряжения); отсутствие нормативной базы; высокая стоимость; не развитое производство.

Главным недостатком композитной стеклопластиковой арматуры является низкий модуль упругости, который в 4 раза меньше, чем у стали. Из-за этого изгибаемые конструкции, армированные стеклопластиковой арматурой, при достаточной прочности обладают малой жесткостью и трещиностойкостью.

Увеличить жесткость и в тоже время уменьшить ширину раскрытия трещин можно путем увеличения модуля упругости стеклопластиковой арматуры. Предлагается увеличить модуль упругости за счет размещения стальных стержней внутри стеклопластиковой арматуры и назвать такую арматуру металлопластиковой. Модуль упругости металлопластиковой арматуры, выраженный через модуль упругости стали или через модуль упругости стеклопластика, можно определить по выражениям (1) и (2), соответственно:

$$E_{мп} = E_{ст} \left( 1 + \frac{E_{пл} A_{пл}}{E_{ст} A_{ст}} \right) \frac{A_{ст}}{A_{мп}}; \quad (1)$$

$$E_{мп} = E_{пл} \left( 1 + \frac{E_{ст} A_{ст}}{E_{пл} A_{пл}} \right) \frac{A_{пл}}{A_{мп}}. \quad (2)$$

где  $E_{мп}$ ,  $E_{ст}$ ,  $E_{пл}$ , – модули упругости металлопластиковой арматуры, стали, стеклопластика;  $A_{пл}$ ,  $A_{ст}$ ,  $A_{мп}$  – площади поперечного сечения стеклопластиковой оболочки, стального стержня и арматуры металлопластиковой оболочки.

На стальных мостах Белорусской железной дороги применяются плиты БМП по шифру 897 из тяжелого бетона без предварительного напряжения, изготавливаемые на Осиповичском заводе ЖБК. Типовая плита длиной 2,0 м армирована стержнями класса S400. В нижней зоне 18Ø18 мм и 2Ø10 мм общей площадью 47,38 см<sup>2</sup>, в верхней зоне 16Ø10 мм площадью 12,56 см<sup>2</sup>. Несущая способность плиты в середине пролета (растянуты нижние волокна) составляет 180,7 кН·м, несущая способность в сечении над опорой (над главной продольной балкой), где растянуты верхние волокна, составляет 51,5 кН·м.

При замене стальной арматуры на металлопластиковую с сохранением несущей способности сечений получим следующее армирование: арматура в нижней зоне плиты 18Ø12 мм (стальной стержень Ø8 мм) площадью 20,35 см<sup>2</sup>; арматура в верхней зоне плиты 20Ø6 мм (стальной стержень Ø4 мм) площадью 5,7 см<sup>2</sup>. Класс металлопластиковой арматуры соответствует классу S1200, модуль упругости – 120 ГПа. При таком армировании несущая способность плиты в середине пролета 210,0 кН·м, несущая способность в сечении над опорой (над главной балкой), где растянуты верхние волокна, составляет 45,0 кН·м. Учитывая, что действующая расчетная нагрузка в середине пролета 120,0 кН·м, а над опорой – 20 кН·м, несущая способность такой плиты достаточная.

При сопряжении типовых плит мостового полотна со стальными балками через прокладной слой из армированного мелкофракционного бетона или цементно-песчаного раствора шириной, равной ширине верхнего пояса балки и креплением плит высокопрочными шпильками с натяжением не менее 120 кН в растянутых зонах (в середине пролета и над опорами) образуются трещины. Ширина раскрытия трещин в пролете 0,17 мм, над опорой – 0,19 мм, что меньше допускаемой ширины раскрытия, равной 0,2 мм.

При армировании плиты металлопластиковыми стержнями жесткость снижается и соответственно ширина раскрытия трещин увеличивается. Ширина раскрытия трещин в пролете достигает 0,99 мм, а над опорой – 0,90 мм. Ширина раскрытия трещин превышает допустимую ширину раскрытия.

Напряжения в арматуре не превышают 50 % от предела текучести, а максимальная расчетная нагрузка кратковременная, трещины после снятия нагрузки (после прохода поезда) закрываются. Закрытые трещины будут препятствовать проникновению атмосферной влаги в тело плиты и коррозии бетона. Кроме этого, стальные стержни защищены от коррозии стеклопластиком, а верхняя поверхность плиты имеет гидроизоляционное покрытие.

Обобщая вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

- предлагается армирование плит БМП выполнять металлопластиковой арматурой;
- такое армирование приводит к образованию трещин в растянутых зонах сечения плиты с шириной раскрытия, превышающей допустимую нормами. Учитывая, что максимальная расчетная нагрузка кратковременная, трещины после её снятия закрываются;
- стальные стержни от коррозии защищает стеклопластик, а коррозии бетона от атмосферной влаги будут препятствовать закрытые трещины и гидроизоляционное покрытие верхней поверхности плиты;
- предлагаемое армирование снизит расход стальной арматуры и увеличит долговечность эксплуатации плит БМП.

УДК 691.17

## **ОЦЕНКА СТОЙКОСТИ ЭПОКСИДНЫХ ПЕНОПЛАСТОВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР И ВЛАЖНОСТИ**

*А. Г. ТАШКИНОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Эпоксидные пенопласты (пеноэпоксиды) обладают высокой прочностью и химической стойкостью, хорошими диэлектрическими свойствами и адгезией ко многим материалам.

Для исследований были выбраны составы, получаемые перемешиванием эпоксидных диановых смол с отвердителем – алифатическим полиамином и газообразователем – полиорганосилоксаном, содержащим активный атом водорода. Такие рецептуры высокотехнологичны и могут приготавливаться непосредственно на строительной площадке с использованием стандартного оборудования.

При варьировании расхода газообразователем в пределах от 2,5 до 25 % и отвердителя от 15 до 20 % от массы эпоксидной смолы ЭД-20 были получены пенопласты равномерной структуры со средней плотностью 100–350 кг/м<sup>3</sup> и прочностью при сжатии 0,4–9,4 МПа. Полную прочность образцы набирали в течение двух недель при комнатной температуре. Прочность образцов при изгибе составила 1,4–6,8 МПа, модуль упругости при сжатии – 69–344 МПа.

Для оптимизации состава пеноэпоксидов, эксплуатируемых в условиях совместного действия высоких температур и влажности, проводились ускоренные испытания образцов при циклическом