

Влияние вида армирования на работу балок пролетных строений мостовых сооружений

Гулицкая Л.В. к.т.н.¹, Гусев Д.Е. к.т.н.², Шиманская О.С.¹
Белорусский национальный технический университет¹
ООО «Экомост»²

В исследовании выполнена оценка технико-эксплуатационного состояния мостовых сооружений с пролетными строениями из тавровых балок со смешанным и каркасным армированием длиной 12 м и 15 м, рассмотрены особенности грузоподъемности мостовых сооружений с такими пролетными строениями, выполнено сравнение параметров балок со смешанным и каркасным армированием.

Опыт обследования мостовых сооружений на автомобильных дорогах Республики Беларусь показывает, что один из распространенных типов пролетных строений эксплуатируемых мостов и путепроводов – это сборные пролетные строения из тавровых балок длиной 12 м и 15 м. При этом такие балки, имея одинаковые геометрические размеры, могут быть с разным типом армирования:

- с каркасным армированием по типовому проекту серии 3.503-14 выпуск 5 Союздорпроекта;
- со смешанным армированием, то есть с рабочей каркасной и преднапряженной арматурой, по проектам ГП «Белгипродор».

Данное исследование выполнено с целью сравнения работы балок с различной конструкцией армирования, изготовленных в однотипной опалубке, а также с целью выработки рекомендаций по идентификации конструкции балок при обследовании сооружений.

Мостовые сооружения с пролетными строениями из тавровых балок длиной 12 м и 15 м со смешанным армированием разработки ГП «Белгипродор», в основном, были построены в РБ в конце 1980 – начале 1990 г.г. Данный период строительства характеризовался массовым применением таких балок. При проектировании мостовых сооружений считалось, что грузоподъемность балок с каркасным армированием и балок со смешанным армированием – одинаковая, но при этом балки со смешанным армированием давали некоторый выигрыш по стоимости и были проще по технологии изготовления (при этом изготавливались они в опалубке балок с каркасным армированием), что и определило в тот период их широкое применение. В настоящее время стоимость изготовления балок со смешанным

армированием в конечном итоге оказывается выше стоимости балок с каркасным армированием. Кроме этого, как показывает сравнительный анализ технико-эксплуатационного состояния эксплуатируемых мостовых сооружений с пролетными строениями из тавровых балок длиной 12 м и 15 м со смешанным армированием с применением современных методик расчета грузоподъемности, эти балки проигрывают аналогичным балкам с каркасной арматурой практически по всем критериям: по грузоподъемности, надежности, долговечности.

В качестве рабочей продольной арматуры балок с каркасным армированием применена арматура класса АIII в виде шести стержней Ø28 мм и двух стержней Ø16 мм. Рабочая продольная арматура балок со смешанным армированием выполнена в виде двух пучков из 28 проволок ВП диаметром 5 мм и двух стержней Ø16 мм из арматуры класса АIII.

Один из основных параметров технико-эксплуатационного состояния мостового сооружения – грузоподъемность по прочности и трещиностойкости, классы нагрузок типа АК и НК. Очень важным для определения грузоподъемности пролетных строений является то, что по действующим нормам балки с каркасным армированием и балки со смешанным армированием относятся к разным классам требований по трещиностойкости:

- для балок с каркасным армированием – категория по трещиностойкости 3в, основное требование по критерию трещиностойкости – максимальная ширина раскрытия трещин 0,03 см;

- для балок со смешанным армированием – категория 2б, основное требование по критерию трещиностойкости – допускается достижение растягивающих напряжений до значений, при которых начинается трещинообразование в растянутой зоне. Для цельноперевозимых конструкций со смешанным армированием это напряжение не должно превышать удвоенного расчетного сопротивления растяжению бетона при расчете по II-ой группе предельных состояний (2Rbt ser).

Анализ результатов определения грузоподъемности эксплуатируемых мостовых сооружений с пролетными строениями из тавровых балок длиной 12 м и 15 м на основании актуального подхода к оценке трещиностойкости балок позволяет сделать следующие выводы:

- грузоподъемность балок с каркасным армированием по трещиностойкости выше, чем по прочности, так как ширина раскрытия трещин 0,03 см практически не достижима при действии нормативных нагрузок на сооружении;

- для балок со смешанным армированием – растягивающее напряжение уровня 2Rbt ser легко достигается в конструкции даже при нагрузках значи-

тельно ниже проектных, если на пролетном строении уложены дополнительные слои мостового полотна (покрытия) или имеет место широкое ездовое полотно (при проезде более 2-х полос нагрузки).

При определении грузоподъемности пролетных строений важным параметром является также толщина слоев ездового полотна. Особенно важно это именно для пролетных строений из балок со смешанным армированием, так как такие балки очень чувствительны к этому показателю и любые изменения в толщине слоев (прежде всего, покрытия) проезжей части существенно сказываются на значении грузоподъемности.

Анализ грузоподъемности пролетных строений из балок с каркасным армированием показывает, что пролетные строения из таких балок имеют довольно высокую грузоподъемность, часто превышающую действующие значения норм – А14 и НК-112. Даже при значительных толщинах слоев ездового полотна грузоподъемность сооружения остается на достаточном уровне, при этом грузоподъемность по трещиностойкости таких балок всегда выше, чем по прочности.

Для балок со смешанным армированием картина совсем другая. Грузоподъемность по прочности едва достигает проектных нагрузок А11 и НК80, на которые они были запроектированы, и это при условии, что толщина слоев ездового полотна менее 25 см. Грузоподъемность по трещиностойкости для большинства балок со смешанным армированием оказывается ниже проектных значений и находится в пределах классов А8-А9, а при повышенной, по сравнению с проектной, толщине слоев ездового полотна она может быть еще ниже.

Визуально определить тип балок пролетных строений длиной 12 м и 15 м в большинстве случаев невозможно, так как они практически не отличаются и имеют одинаковые типоразмеры по причине того, что балки со смешанным армированием часто изготавливались в опалубке балок с каркасным армированием по типовому проекту серии 3.503-14 выпуск 5 СДП. Поэтому очень важным и актуальным вопросом при определении грузоподъемности таких мостовых сооружений является фактическая идентификация типа балок с уточнением типа армирования.

Как показывает опыт проведения обследований мостовых сооружений, идентификацию балок при проведении натурного обследования сооружения можно сделать при осмотрах торцов балок по наличию оголенных анкеров преднапряженной арматуры либо с помощью приборов обнаружения металлических включений в толще бетона. Такими приборами можно отследить фактическое расположение арматуры в зонах, где армирование каркасных и преднапряженных балок отличается.

Выводы

1. При проведении обследования или диагностики мостовых сооружений с пролетными строениями из тавровых балок длиной 12 м и 15 м одна из первоочередных решаемых задач – это идентификация балок пролетных строений с целью уточнения типа армирования для последующего определения грузоподъемности пролетных строений и анализа технико-эксплуатационного состояния сооружения в целом.

2. В составе пролетных строений длиной 12 м и 15 тавровые балки со смешанным армированием являются гораздо худшими с точки зрения работы по I и II группам предельных состояний, чем аналогичные балки с каркасным армированием.

3. При выявлении недостаточной грузоподъемности пролетных строений из балок со смешанным армированием и необходимости доведения грузоподъемности до уровня А14 и НК112, требуется усиление данных балок.

Литература

1. Мосты и трубы. Строительные нормы Республики Беларусь : СН 3.03.01-2019. – Введ. 31.10.2019 (введены впервые). – Минск : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2020. – 279 с.

2. Правила определения грузоподъемности железобетонных и сталежелезобетонных балочных пролетных строений автодорожных мостов : ТКП 479-2019. – Введ. 09.10.2019 (введен впервые). – Минск : Министерство транспорта и коммуникаций РБ, 2019. – 271 с.

3. Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний : ТКП 45-3.03-60-2009. - Введ. 18.09.2009 (введен впервые). – Минск : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2009. – 30 с.

4. Гулицкая Л.В., Гусев Д.Е., Шиманская О.С. Анализ работы тавровых балок со смешанным армированием в пролетных строениях мостовых сооружений // Автомобильные дороги и мосты. – 2017. – № 1 (19). – С. 50–55.