

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора
Овчинникова Игоря Георгиевича
на диссертационную работу Алексеевой Ирины Дмитриевны
«Адаптация типовых несущих конструкций с напрягаемой арматурой к
требованиям современных норм проектирования», представленную на
соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности
2.1.8. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов,
мостов и транспортных тоннелей

Структура и объём диссертации

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложения. Работа изложена на 111 страницах печатного текста, включает 10 таблиц, 35 рисунков, 4 страницы приложений. Список литературы содержит 98 наименований.

Актуальность темы диссертации

Для расчета железобетонных конструкций транспортных сооружений длительное время применялся метод предельных состояний, согласно которому исследовалось поведение опасного сечения на действие предельной нагрузки. При использовании этого метода задавался характер эпюр напряжений в бетоне и арматуре, характерные точки которых определялись из одного уравнения равновесия, другое уравнение равновесия сечения (уравнение моментов) использовалось для проверки соответствия несущей способности сечения по изгибу и момента, возникающего в этом сечении от внешних нагрузок. Предельным считалось такое состояние, когда усилия от внешних нагрузок соответствовали несущей способности сечения. При таком подходе предполагалось, что предельное состояние наступает вследствие приложения к нагружаемому элементу опасной нагрузки. Нагрузки на железобетонные конструкции рассматриваются с точки зрения метода предельных состояний, который был введен в СССР в качестве руководящего принципа расчета строительных конструкций 1 января 1955 года. В дальнейшем этот метод получил широкое признание в мире и в настоящее время положен в основу стандарта ИСО (ISO ST 2394. General Principles on Reliability for Structures. – Zurich: ISO, 1994. – 50 p.) и системы Еврокодов (ENV 1991-1. Eurocode-1: Basis of Design and Action on Structures. Part 1: Basis of Design. – Brussels: CEN, 1994. – 106 p.), правда, под названием «метод частных коэффициентов надежности». В основе метода лежала идея отказа от детального анализа всех состояний конструкций, кроме предельных, по

отношению к которым и формулируются расчетные требования к рассчитываемой конструкции. С точки зрения методологии частных коэффициентов надежности произошла замена одного общего коэффициента запаса системой нескольких (частных) коэффициентов, связанных с отдельными сторонами проблемы безопасности конструкции (характером нагрузки, свойствами материала, степенью ответственности сооружения...). В соответствии с основной задачей расчета по методу предельных состояний установлены две группы предельных состояний. I группа — по несущей способности. Выполняются расчеты по потере несущей способности или полной непригодности к эксплуатации, т.е. расчеты на прочность, устойчивость, выносливость. Цель расчета: обеспечить прочность конструкции при хрупком, вязком или ином характере разрушения, при потере устойчивости формы конструкции или ее положения, при усталостном разрушении, при разрушении от совместных воздействий силовых факторов и неблагоприятных влияний внешней среды. Расчет по первой группе предельных состояний выполняется в общем случае для всех этапов работы конструкции и ее элементов: изготовления, транспортирования, возведения и эксплуатации. II группа - по пригодности к нормальной эксплуатации. Выполняются расчеты на образование, раскрытие (закрытие) трещин и чрезмерные перемещения (прогибы, углы поворота, углы перекоса, амплитуды колебаний). Цель расчета: не допустить в конструкции возникновения чрезмерных перемещений (прогибов, углов перекоса, поворота, колебаний), а также чрезмерного образования и раскрытия трещин, затрудняющих нормальную эксплуатацию или снижающих долговечность конструкции. Расчет по второй группе предельных состояний должен гарантировать сохранение эксплуатационных качеств конструкции с учетом изменчивости прочностных и деформативных свойств материалов. Удовлетворение условия II группы предельных состояний в общем случае включает расчеты по образованию, раскрытию трещин и по деформациям (прогибам, перемещениям и пр.).

Но анализ только предельных состояний конструкции приводит к тому, что рассматриваются в основном экстремальные нагрузки, а закономерности поведения конструкции при более низких уровнях нагрузок остаются неизвестными. Здесь следует отметить три особенности метода предельных состояний. Во-первых, проблеме определения несущей способности железобетонных конструкций посвящена значительная часть курса железобетонных конструкций, а проблеме корректного определения нагрузок и воздействий практически не уделяется должного внимания. Основным источником данных о нагрузках являются нормы проектирования, в которых

не дается никаких пояснений, но по установившейся привычке расчетчиков безоговорочно доверять нормам, приводимые в них данные считаются непогрешимыми. Во-вторых, совершенно не учитывается тот факт, что сооружения в большинстве случаев достигают предельного состояния не из-за увеличения нагрузки, а из-за изменения механических характеристик материалов под влиянием агрессивной эксплуатационной среды, из-за появления и развития дефектов и повреждений. В-третьих, в методе расчета по предельным состояниям деформационный расчет железобетонных конструкций практически отделен от прочностного расчета, причем если в прочностном расчете материал арматуры и бетона в сжатой зоне сечения предполагается находящимся в пластичном состоянии, то в деформационном расчете этот же материал предполагается упругим.

Такая нестыковка гипотез о характере деформирования материалов длительное время расчетчиков не смущала. Можно сказать, что нормируемые расчеты на прочность по модели предельного состояния не вписываются в концепцию контроля железобетонных конструкций в эксплуатационной стадии, так как они контролируют работу элементов железобетонных конструкций в практически крайне редко реализуемой ситуации и носят характер оценки предельных (интегральных) возможностей сечений этих конструкций. Необходимость в таком расчете может возникнуть при анализе аварийной ситуации, когда потребуются выявить ее причины и установить фактическую прочность материала в момент аварии.

Но выполнение расчета по предельным состояниям на действие эксплуатационных нагрузок и других эксплуатационных воздействий — это введение в заблуждение инженера о возможных в эксплуатации режимах работы конструкций. Другими словами, если при расчете по предельным состояниям полагается, что это состояние реализуется путем достижения нагрузкой некоторой предельной величины при неизменных других внешних воздействиях, то в реальных условиях эксплуатации предельное состояние наступает вследствие изменения формы конструкции, размеров сечений конструкции и свойств ее материала под влиянием условий эксплуатации.

Поэтому, с нашей точки зрения, расчеты железобетонных конструкций в эксплуатационной стадии должны учитывать кинетику происходящих деградационных процессов, и те изменения расчетной схемы, к которым приводят эти процессы и другие эксплуатационные повреждения.

В последнее время для расчета железобетонных конструкций активно начинает применяться деформационный подход, согласно которому прочностная и деформационная стороны задачи расчета конструкций взаимосвязаны. Но для учета указанных выше особенностей процессов

деформирования железобетонных конструкций к известным трем сторонам задачи расчета конструкций: статической (связанной с определением усилий в конструкции от действующих нагрузок), геометрической (связанной с установлением зависимостей между перемещениями и деформациями в точках конструкций, а также с обеспечением неразрывности этих деформаций), физической (связанной с определением зависимости между напряжениями и деформациями или между усилиями и перемещениями), добавляются еще уравнения, описывающие кинетику процессов взаимодействия конструкций и составляющих их материалов с внешними воздействиями (в частности — агрессивными внешними средами и полями), зависимости, связывающие характеристики материалов конструкции с параметрами внешних воздействий, и уравнения, описывающие развитие повреждений того или иного вида, приводящих к постепенному разрушению конструкции. С учетом того, что все характеристики материалов, геометрических параметров конструкций, действующих на конструкции нагрузок, имеют определенный разброс, характер которого изменяется во время эксплуатации, возникает задача моделирования поведения конструкций во времени с учетом происходящих в конструкции процессов. Для решения задач подобного вида наиболее подходящей методологией, с нашей точки зрения, является сочетание подхода, основанного на использовании деформационных моделей с вероятностными характеристиками входящих в них переменных и параметров с методом статистического моделирования (методом Монте-Карло). Также отметим, что теория расчета железобетонных элементов конструкций, продолжает развиваться и далее в направлении учета запроектных воздействий, расчетной оценки долговечности и живучести конструкций.

К нашему глубокому сожалению, расчеты транспортных сооружений в отличие от расчета промышленных и гражданских объектов пока еще проводятся с использованием метода предельных состояний и потому далее при анализе представленной к защите диссертационной работы мы не будем критиковать методику предельных состояний, а будем оценивать **работу автора по применению этой методики к расчету усиливаемых конструкций.**

Обновление нормативной базы, а также увеличение интенсивности движения и грузооборота на автомобильных дорогах общего пользования неминуемо приводит к необходимости разработки новых технических решений для несущих конструкций мостовых сооружений. Вместе с тем широкий круг применения в современном транспортном строительстве конструкций, выполненных на основе типовых проектов прошлых лет,

говорит о том, что типовые проекты серии 3.503.1-81 имеют реальную перспективу ещё на некоторое время стать основой для разработки железобетонных пролетных строений с напрягаемой арматурой под временные нагрузки А14, Н14 по ГОСТ 32960-2014.

Но следует учитывать, что наряду с достаточным запасом прочности типовые конструкции пролетных строений с напрягаемой арматурой, выполненные по типовым проектам прошлых лет, демонстрируют дефицит трещиностойкости. Обеспечение условий второй группы предельных состояний в главных несущих конструкциях при сохранении геометрии поперечного сечения балок позволит улучшить функционально-потребительские свойства современных сооружений при минимальных затратах на воплощение таких технических решений.

Актуальность указанной задачи подтверждается тем, что для успешной реализации национального проекта «Безопасные качественные дороги» необходимо изготовление железобетонных балок с напрягаемой арматурой в достаточном количестве при поддержании высоких темпов производства. А это становится возможным при сохранении существующего парка опалубочных форм, а также технологии изготовления несущих железобетонных конструкций с напрягаемой арматурой по типовым проектам серии 3.503.1-81, отработанной десятилетиями.

На основании сказанного можно констатировать, что тема диссертационной работы является актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основные научные положения, сформулированные в диссертационной работе И. Д. Алексеевой и выносимые ею на защиту, представляют собой новые решения и их обоснование. Установление значимости интенсификации армирования в повышении трещиностойкости балки и полученное аналитическое решение в замкнутой форме по учету совместной работы бетона и арматуры обоснованы, показана эффективность предлагаемых решений.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных автором, подтверждается результатами экспериментальных исследований – стендовых испытаний балки длиной 24 метра. Результаты эксперимента показали, что результаты теоретических расчетов напряженно-деформированного состояния балки достаточно хорошо коррелируют с экспериментальными данными.

В работе корректно использованы расчетно-теоретические положения СП 35.13330.2011, а сделанные в работе выводы не противоречат результатам работ, выполненных близким темам.

Таким образом, научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе И. Д. Алексеевой, с учетом сказанного выше можно считать обоснованными.

Достоверность и новизна, полученных результатов

Проведённый анализ диссертационной работы И. Д. Алексеевой позволяет сделать вывод о том, что достоверность полученных соискателем результатов подтверждается результатами эксперимента, точнее хорошим совпадением расчетных и экспериментальных данных. Математический аппарат использован корректно, а принятые расчетные схемы не противоречат положениям действующих нормативных документов.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. В работе для обоснования необходимости интенсификации армирования в несущих конструкциях использован подход, позволяющий систематизировать факторы, влияющие на снижение несущей способности конструкций;

2. Автором представлено новое оригинальное решение, вскрывающее значимость учета совместности деформаций бетона и арматуры балок при оценке напряженно-деформированного состояния несущих конструкций;

3. Решена задача увеличения трещиностойкости и долговечности путем целенаправленной интенсификации армирования нижних поясов и наклонных сечений балок;

3. Предложены технические решения, позволяющие использовать конструкции, выполненные на основе типовых проектов прошлых лет с сохранением геометрии сечения, в новых сооружениях при обеспечении требований современных нормативных документов.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов:

1. Выделены главенствующие факторы, влияющие на снижение потребительских свойств несущих конструкций пролетных строений автодорожных мостов. Выявлены закономерности процесса образования повреждений в конструкциях под действием постоянных и временных нагрузок;

2. Разработан комплекс мероприятий по увеличению несущей способности определенного типа железобетонных пролетных строений автодорожных мостов при сохранении геометрии сечения;

3. Выполнена оценка эффективности предложенных технических решений.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в подтверждении возможности использования разработанных технических решений при проектировании мостовых сооружений под современные нагрузки, что позволит снизить затраты на воплощение предложенных решений благодаря сохранению парка опалубочных форм и технологии изготовления несущих железобетонных конструкций с напрягаемой арматурой, отработанной десятилетиями.

Результаты диссертационной работы имеют внедрение в производство, что подтверждено «Актами о внедрении».

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Содержание и структура диссертационной работы И. Д. Алексеевой, соответствуют сформулированным соискателем направлениям и целям исследований. Изложение материала логично и последовательно.

Во введении автором представлена общая характеристика рассматриваемой научной задачи, раскрывается ее актуальность и научная новизна, формулируются объект и предмет, цель и задачи, методология и методы исследования. Кроме того, указываются положения, выносимые на защиту, степень теоретической и практической значимости, степень достоверности результатов исследования и сведения об апробации результатов исследования.

В первой главе автором изложены статистические данные по парку автодорожных мостов на дорогах общего пользования. Далее проведен анализ напряженного состояния пролетных строений по типовому проекту серии 3.503.1-81.

Рассмотрен опыт модернизации типовых несущих конструкций в отечественных исследованиях. Проведен сопоставительный анализ решений, предлагаемых авторами исследований по заданной тематике, указаны достоинства и недостатки рассмотренных работ. Приведены аргументы в пользу производства пролетных строений с напрягаемой арматурой по условиям типового проекта серии 3.503.1-81, прошедших проверку временем.

Во второй главе выполнена оценка возможности пропуска по пролетным строениям из типовых балок современных нагрузок. Установлены главенствующие факторы в обеспечении соответствия конструкций требованиям современных норм.

Проведены исследования совместной работы бетона и арматуры. Автором получено аналитическое решение в замкнутой форме, оценивающее

участие армоэлементов сеток стенок балок в совместной работе с бетоном по главным площадкам. Показано, что полученная зависимость позволяет управлять напряженным состоянием несущих конструкций путем изменения армирования.

С целью адаптации давно апробированных типовых несущих конструкций к требованиям современных норм проектирования выполнено усиление несущих элементов, дан обзор предлагаемых технических решений с оценкой их эффективности.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований балки модифицированной структуры. Для этого разработана программа стендовых испытаний балки длиной 24 метра, приведены результаты измерения параметров напряженно-деформированного состояния конструкции. Произведено сопоставление результатов экспериментальных исследований и теоретических расчетов, на основе чего сделаны выводы о возможности использования балок повышенной трещиностойкости в пролетных строениях под современные нагрузки.

Заключение логически завершает работу, обобщая выводы и излагая результаты исследования по теме диссертации.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

В качестве достоинств диссертационной работы И. Д. Алексеевой нужно отметить актуальность выбранной темы, а также практическую значимость исследования.

Анализ известных мероприятий по увеличению несущей способности главных балок пролетных строений позволяет отчетливо увидеть преимущества предлагаемых в диссертационной работе решений.

Отдельно стоит выделить бережное отношение к опыту использования типовых несущих конструкций пролетных строений в мостовых сооружениях, накопленному опыту и отработанной технологии изготовления балок.

По диссертации и автореферату имеются следующие вопросы и замечания:

1. В диссертации указано на то, что актуальность темы «предопределена ... выходом в свет «Изменений № 1» к СП 35.13330.2011». Но в настоящее время в свет вышли уже «Изменения № 3» к указанному Своду Правил.

2. В главе 3 приведены результаты стендовых испытаний балки длиной 24 м. Почему автор ограничилась испытанием только таких балок?

3. Предложенные в работе решения могут быть использованы только в железобетонных балках с предварительно напряженной арматурой?

4. Автор не совсем корректно использует понятие «сходимость» в том числе и в выводах. Ведь в математике сходимость означает то, что бесконечная последовательность или сумма бесконечного ряда имеют предел. А сходимость результатов измерений это степень близости результатов последовательных измерений одного и того же измеряемого параметра.

5. К сожалению неизвестно, насколько долговечным будет использование даже таких усиленных балок под действием приложенной нагрузки. Ведь увеличение несущей способности не означает соответствующего увеличения долговечности.

Указанные недостатки не снижают качество работы и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования, а могут рассматриваться как предложения к продолжению дальнейшей работы соискателя.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Содержание автореферата соответствует тексту диссертации и отражает основные теоретические положения и практические выводы работы. Основные положения диссертации опубликованы в двадцати печатных работах, из них две в изданиях, рекомендованных действующим перечнем ВАК РФ, одна – в журнале перечня Scopus.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат Алексеевой Ирины Дмитриевны полностью соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации».

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении учёных степеней» по пунктам 10, 11 и 14

Диссертация Алексеевой Ирины Дмитриевны на тему: «Адаптация типовых несущих конструкций с напрягаемой арматурой к требованиям современных норм проектирования», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук, по объёму и содержанию представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой обоснованы новые научные положения, направленные на повышение функционально-потребительских свойств мостовых сооружений, что имеет существенное значение для транспортной отрасли Российской Федерации.

Диссертационная работа соответствует критериям, установленным пп. 9-11, 13, 14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения учёных степеней» (в действующей редакции), а ее автор, Алексеева Ирина Дмитриевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.8. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей.

Официальный оппонент
профессор кафедры «Транспортное строительство»
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Саратовский государственный
технический университет имени Гагарина Ю. А.»,
доктор технических наук
(2.1.9 (01.02.03) – Строительная механика),
профессор



И. Г. Овчинников

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
технический университет имени Гагарина Ю. А.»
410054, г. Саратов, ул. Политехническая, д.77
8-903-328-03-80, e-mail: bridgesar@mail.ru

Подпись Овчинникова Игоря Георгиевича заверяю
Проректор по науке и инновациям
Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.



И.Г. Остроумов

