ОТЗЫВ

официального оппонента
кандидата технических наук, доцента Валиева Шерали Назаралиевича
на диссертационную работу Пермикина Анатолия Сергеевича
на тему «Совершенствование методов расчета и конструктивных форм грунтозасыпных искусственных сооружений из сталефибробетона»
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.1.8. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Пермикина Анатолия Сергеевича посвящена совершенствованию расчетных подходов и конструктивных решений грунтозасыпных транспортных сооружений, несущие элементы которых предлагается выполнять из сталефибробетона. Основное внимание уделено определению воздействий от транспортных нагрузок, передаваемых через грунтовую засыпку, и учету взаимодействия засыпки с арочной конструкцией. Специфика данной задачи определяется существенной изменчивостью напряженно-деформированного состояния (НДС) грунта по его толщине, что обусловлено пространственным распределением нагрузки по всему объему грунтового массива и требует рассмотрения задачи в трехмерной (пространственной) постановке. При этом существенное значение приобретает учет неоднородности грунтового массива по глубине, анизотропии его деформационных характеристик и нелинейности диаграмм деформирования, что в совокупности обусловливает необходимость применения численных методов (в частности, метода конечных элементов) для достоверного описания НДС системы «сооружение – грунт-матрица».

Не менее значимой является проблема оценки совместной работы сталефибробетонных грунтозасыпных арочных конструкций с грунтом обратной засыпки (грунтом-матрицей), взаимодействие с которым описывается, в частности, через коэффициент Пуассона, характеризующий поперечные деформации грунтового массива и перераспределение контактных напряжений по поверхности несущей конструкции. Совместная работа указанной системы определяется комплексом факторов: контактными условиями на границе «несущая конструкция-грунт», деформативными характеристиками грунта-матрицы (модуль деформации, коэффициент поперечной деформации, коэффициент бокового давления), а также жесткостными параметрами сталефибробетонной несущей конструкции, что в итоге формирует сложное пространственное распределение контактных напряжений и перемещений.

Актуальность исследования определяется необходимостью более обоснованного описания работы системы «несущая конструкция – грунтовая засыпка» при проектировании мостов и водопропускных сооружений. В рассматриваемой системе грунт одновременно формирует постоянную нагрузку, распределяет временные воздействия и оказывает сопротивление перемещениям несущего элемента, вследствие чего принятая расчетная схема существенно влияет на определяемые усилия и деформации.

Представленный автором анализ российских и зарубежных подходов показывает различия в определении грунтового давления, учете условий опирания, жесткости конструкции и характеристик обратной засыпки. Поэтому разработка доступных для инженерного применения расчетных зависимостей, допускающих сопоставление с численными моделями и экспериментальными данными, представляет самостоятельный научный и практический интерес.

Дополнительную актуальность работе придает рассмотрение сталефибробетонных конструкций в единстве с технологией их изготовления и конструктивным исполнением. Автор связывает совершенствование расчета с разработкой сборных арочных элементов, водопропускных устройств и фундаментов, воспринимающих распорные усилия, что соответствует прикладной направленности.

Таким образом, тема диссертации является актуальной для развития методов проектирования искусственных сооружений на автомобильных и железных дорогах.

Общая оценка структуры и содержания диссертационной работы

Диссертация включает введение, пять глав, заключение, список использованной литературы из 114 наименований и два приложения; объем работы составляет 183 страницы, в ней представлены 70 рисунков и 19 таблиц.

Автореферат диссертации состоит из 22 страниц.

Во введении обоснована актуальность исследования, сформулированы цель и задачи, обозначены научная новизна, практическая значимость и положения, выносимые на защиту. Кроме того, описываются методология и методы, использованные в работе, оценивается достоверность полученных результатов. Приводятся данные об апробации исследования и внедрении его итогов.

Цель работы заключается в развитии расчетного описания совместной работы грунтозасыпных сталефибробетонных арочных конструкций с обратной засыпкой при воздействии транспортных нагрузок с учетом пространственного распределения напряжений в грунте.

В первой главе рассмотрены предпосылки применения сталефибробетона в грунтозасыпных сооружениях, влияние геометрических параметров фибры на технологические свойства смеси, возможность ориентации металлических волокон магнитным полем, а также отдельные эксплуатационные воздействия. Положительно следует оценить внимание автора к взаимосвязи свойств материала, технологии изготовления и условий работы конструкций.

Во второй главе систематизированы отечественные и зарубежные подходы к определению нагрузок на водопропускные трубы и подбору армирования. Сопоставление положений российских норм, AS/NZS и AASHTO позволяет раскрыть различия расчетных предпосылок и показать влияние этих различий на получаемые проектные решения. Существенно, что при принципиально различных подходах все рассмотренные подходы демонстрируют практически идентичные результаты, что дает основание заключить о допустимости применения альтернативных методик при проектировании водопропускных труб.

Третья глава посвящена применению полубезмоментной теории оболочек В.З. Власова к расчету сталефибробетонных арочных конструкций. Автор рассматривает исходные гипотезы, формирует разрешающие соотношения, использует вариационный подход и сопоставляет полученные усилия с результатами расчета альтернативной схемы.

В четвертой главе исследовано определение воздействий на грунтозасыпную арку на основе решения Буссинеска с учетом распределения нагрузки по ширине свода, горизонтальной составляющей воздействия и отпора грунта. Расчетные перемещения сопоставлены с опубликованными результатами натурных статических испытаний автодорожного моста на 156 км автомобильной дороги А-114 «Вологда – Новая Ладога». Анализ сопоставления показал удовлетворительное совпадение расчетных и экспериментальных значений, что дает основание заключить о состоятельности предложенной методики и о возможности ее практического применения.

В пятой главе представлены конструктивные решения грунтозасыпного моста, водопропускного устройства и монолитного фундамента с наклонной подошвой. Данная глава придает исследованию конструктивную завершенность, связывая предложенные расчетные подходы с конкретными техническими разработками.

В целом построение диссертации соответствует логике перехода от постановки инженерной задачи и анализа существующих решений к разработке

расчетных подходов, их сопоставлению и формированию конструктивных предложений. Практическая значимость работы подтверждена тремя патентами.

Научная новизна положений, сформулированных в диссертационной работе

Научную новизну диссертации следует связывать прежде всего с развитием и инженерной адаптацией известных теоретических подходов применительно к рассматриваемому классу грунтозасыпных сооружений, а не с созданием новых фундаментальных положений теории оболочек или теории упругого полупространства.

Первый результат состоит в разработке расчетного подхода к определению внутренних усилий в арочных конструкциях на основе полубезмоментной теории оболочек В.З. Власова. Ценность данного результата заключается в получении аналитически обозримых зависимостей, позволяющих выполнять предварительную оценку усилий и использовать ее при проверке более сложных численных моделей.

Второй результат связан с уточнением схемы передачи транспортных воздействий через грунтовую засыпку. Автор объединяет учет пространственного распределения нагрузки, ее горизонтальной составляющей и сопротивления окружающего грунта перемещениям арки, рассматривая эти факторы как взаимосвязанные элементы расчетной модели.

Самостоятельный прикладной интерес представляет совокупность конструктивно-технологических разработок: способ ориентации металлических дисперсно-армирующих элементов в бетоне, сборное водопропускное устройство, грунтозасыпной мост, опорный узел и монолитный фундамент. Участие соискателя в создании соответствующих технических решений отражено в представленных патентных материалах и перечне результатов исследования.

Таким образом, работа содержит элементы научной новизны методического и конструктивно-технологического характера, объединенные задачей совершенствования проектирования грунтозасыпных транспортных сооружений.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Обоснованность основных положений работы обеспечивается использованием известных методов строительной механики, теории оболочек и механики грунтов, последовательным изложением расчетных предпосылок, а также сопоставлением результатов различных расчетных подходов. Существенным достоинством является стремление автора сделать расчетную процедуру доступной для независимой инженерной проверки.

В третьей главе выполнено сопоставление аналитических зависимостей с результатами расчета арочной конструкции в программном комплексе «ЛИРА». При этом представленные данные подтверждают необходимость раздельного анализа совпадения изгибающих моментов, продольных усилий и характера их распределения по конструкции: близость отдельных экстремальных значений не означает совпадения напряженно-деформированного состояния в целом.

Дополнительное основание для оценки достоверности дает сопоставление расчетных перемещений с опубликованными натурными данными. В таблице 4.5 автор приводит результаты для трех положений испытательной нагрузки и нескольких характерных сечений, что позволяет оценивать не только величины перемещений, но и реакцию конструкции на изменение положения автомобиля.

Вместе с тем представленная натурная проверка характеризует прежде всего работоспособность принятой схемы передачи нагрузки и взаимодействия арки с засыпкой. Использованный экспериментальный объект имел сводчатое пролетное строение из монолитного железобетона, поэтому результаты такого сопоставления нельзя непосредственно распространять на все особенности работы сталефибробетона, включая трещинообразование, остаточную прочность и влияние направленного фибрового армирования.

Обоснованность полученных результатов следует оценивать в пределах принятых гипотез и рассмотренных расчетных примеров. Дальнейшее расширение области применения методик требует дополнительной экспериментальной проверки, в том числе непосредственно на сталефибробетонных элементах.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы

Теоретическая значимость работы заключается в развитии расчетного представления грунтозасыпной арочной конструкции как элемента, работающего совместно с окружающей грунтовой средой. Предложенное сочетание аналитического описания распределения нагрузок и расчета несущего элемента может использоваться для формирования проверочных инженерных моделей и выявления чувствительности результатов к расчетным предпосылкам.

Практическая значимость состоит в возможности применения рассмотренных зависимостей при предварительном проектировании, сопоставлении конструктивных вариантов и контроле результатов конечно-элементных расчетов. При этом аналитические зависимости целесообразно использовать в пределах их обоснованной применимости, не рассматривая их

как безусловную замену пространственному моделированию и проверкам по предельным состояниям.

Положительной оценки заслуживают предложения по конструктивному исполнению сборных грунтозасыпных мостов, водопропускных устройств и фундаментов распорных сооружений. Разработки ориентированы на согласование геометрии несущих элементов, условий монтажа и характера передачи усилий на основание.

В приложении Б представлены документы об использовании результатов исследования в учебном процессе Уральского государственного университета путей сообщения и в деятельности ООО «Бридж». Наличие этих документов подтверждает востребованность полученных результатов в образовательной и прикладной деятельности; вместе с тем его не следует отождествлять с подтверждением длительной эксплуатации всех предложенных конструктивных вариантов .

Результаты работы могут представлять интерес для проектных организаций транспортного профиля, научно-исследовательских коллективов, занимающихся взаимодействием сооружений с грунтом, а также для образовательных организаций при подготовке специалистов по мостам и транспортным сооружениям.

Личный вклад и публикации

Личный вклад соискателя прослеживается в постановке исследовательской задачи, выполнении расчетных сопоставлений, развитии рассматриваемых методик и участии в разработке конструктивно-технологических решений. Публикации и патентные материалы отражают выполнение значительной части исследований в соавторстве, что требует оценки вклада автора применительно к каждому совместному результату, а не только к работе в целом.

По сведениям, приведенным в диссертации и автореферате, результаты исследования отражены в 29 работах, включая пять публикаций в в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, одну публикацию в издании, индексируемом в международных базах данных, и пять патентов на изобретения.

Перечень публикаций охватывает основные направления диссертации: применение теории полубезмоментных оболочек, определение грунтового давления, сопоставление нормативных подходов, технологию сталефибробетона и конструктивные решения искусственных сооружений. Это

позволяет положительно оценить тематическую полноту опубликования основных результатов.

Соответствие научной специальности

Содержание диссертации соответствует научной специальности 2.1.8. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей, поскольку предмет исследования непосредственно связан с расчетом и конструктивным совершенствованием мостов и водопропускных сооружений.

Наиболее непосредственно работа относится к направлениям паспорта специальности, предусматривающим совершенствование методов проектирования транспортных сооружений, расчета конструкций и их элементов, а также методов математического и физического моделирования. Конструктивно-технологические разработки соотносятся и с направлением, посвященным эффективным материалам, изделиям и конструкциям для транспортного строительства.

Соответствие содержания автореферата положениям диссертации

Автореферат отражает цель и задачи исследования, основные расчетные подходы, заявленные результаты, конструктивные предложения и сведения о публикациях. Его содержание в основном соответствует структуре и положениям диссертации.

Вместе с тем отдельные обобщающие формулировки автореферата следует воспринимать с учетом фактического объема выполненной проверки. Это относится прежде всего к утверждениям о готовности методик к практическому применению и экспериментальном подтверждении результатов, поскольку представленная проверка не охватывает все материалы, конструктивные формы и эксплуатационные состояния.

Замечания по диссертации

1. Недостаточно четко обозначены границы применимости расчетной модели сталефибробетона. В третьей главе сталефибробетон представлен однородным линейно-упругим материалом, тогда как в первой главе существенное внимание уделено направленной ориентации фибры и ее влиянию на свойства композита. Следовало яснее указать, для какого состояния материала применимы полученные зависимости, как учитывается возможная анизотропия и каким образом результаты определения усилий должны использоваться при последующих проверках трещиностойкости и несущей способности.

2. Требует уточнения интерпретация сопоставления усилий в третьей главе. В таблице 3.3 наряду с относительно близкими значениями изгибающих моментов представлены значительные различия продольных усилий, особенно в приопорных сечениях. Желательно подробнее раскрыть причины расхождений, согласовать правила знаков, условия опирания и приведение оболочечных усилий к сопоставляемой расчетной полосе; вывод о точности метода не следует основывать только на близости отдельных максимальных значений.

3. Натурная проверка не является непосредственной проверкой сталефибробетонной конструкции. В четвертой главе использованы опубликованные данные испытаний моста со сводчатым пролетным строением из монолитного железобетона. Такое сопоставление полезно для оценки модели передачи нагрузки через засыпку, однако для подтверждения специфических преимуществ сталефибробетона необходимы дополнительные данные испытаний соответствующих материалов, элементов или опытного сооружения.

4. Неоднозначно определена сопоставляемая величина перемещения. По формуле (4.26) рассчитывается модуль результирующего перемещения, который не может быть отрицательным, однако в таблице 4.5 расчетные значения приведены со знаками и сопоставляются с измеренными вертикальными перемещениями. Необходимо пояснить, сравнивались ли вертикальные компоненты, результирующие перемещения либо условно знаковые величины, а также привести единое правило вычисления относительного отклонения.

5. Недостаточно подробно раскрыто обоснование коэффициентов постели и воспроизводимость контактной модели. В разделе 4.4.3 приведены порядок задания отпора и таблица коэффициентов, но было бы полезно более полно представить исходные грунтовые параметры, происхождение принятого коэффициента пропорциональности, чувствительность результатов к жесткости контакта и алгоритм определения участков, на которых грунт оказывает сопротивление. Это особенно важно для независимого воспроизведения расчета и переноса методики на другие инженерно-геологические условия.

6. Требует уточнения терминология при описании модели грунта. В работе используются определения линейно-деформируемого полупространства и нелинейно-деформируемого упругого полупространства применительно к решению Буссинеска. Следовало последовательно разграничить исходную упругую постановку задачи, контактную нелинейность, связанную с односторонним взаимодействием, и возможную физическую нелинейность грунта, чтобы исключить неоднозначное понимание расчетных предпосылок.

7. Выводы о преимуществах материала и конструкций сформулированы шире представленной доказательной базы. Утверждения о повышенной долговечности, снижении расходов, возможности отказа от традиционной арматуры и широком диапазоне применения следовало сопровождать более четким указанием условий реализации этих преимуществ. Для оценки внедрения целесообразны комплексные данные по остаточной прочности, трещиностойкости, морозостойкости, коррозионной стойкости и технико-экономическое сопоставление конструктивных вариантов.

Приведенные замечания относятся к границам применимости, полноте верификации и точности интерпретации отдельных результатов. Они не снижают научного и практического интереса выполненного исследования, однако требуют содержательных пояснений автора при публичной защите и учета при дальнейшем развитии предложенных методик.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Пермикина Анатолия Сергеевича представляет собой исследование, объединяющее совершенствование расчета грунтозасыпных арочных сооружений с разработкой сталефибробетонных конструктивных элементов и технологических решений. Наиболее значимыми результатами являются инженерная адаптация полубезмоментной теории оболочек к рассматриваемым конструкциям и уточнение расчетной схемы передачи транспортных воздействий через грунтовую засыпку с учетом ее взаимодействия с аркой.

Работа обладает тематическим единством, содержит расчетные сопоставления, конструктивные разработки и сведения о практическом использовании результатов. Ее содержание соответствует заявленной специальности, а опубликованные материалы охватывают основные направления выполненного исследования.

По актуальности, содержанию, научной новизне и практической направленности диссертация «Совершенствование методов расчета и конструктивных форм грунтозасыпных искусственных сооружений из сталефибробетона» представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решена научная задача совершенствования расчетного описания взаимодействия грунтовой засыпки с арочными конструкциями транспортных сооружений, имеющая значение для развития методов их проектирования. Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно пп. 9-11, 13, 14 Положения «О порядке присуждения

ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 25 января 2024 г.), а ее автор Пермикин Анатолий Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.8. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей.

Я, Валиев Шерали Назаралиевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 24.2.286.02 и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:
кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой
«Мосты, тоннели и строительные конструкции»

«16» ноября 2026 г. Валиев Шерали Назаралиевич

Справочные данные:
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)».
Адрес: 125319, г. Москва, Ленинградский проспект, 64,
тел. 8(916)512-51-82, e-mail: Sh.Valiev@madi.ru

Ученая степень кандидата технических наук присуждена по результатам защиты диссертации по научной специальности 05.23.15 Мосты и транспортные тоннели.

Должность, ученую степень, ученое звание и подпись
Валиева Шерали Назаралиевича заверяю:

Ученый секретарь
ученого совета Универ[redacted] Алексеева Марина Юрьевна

«16» 11 20[redacted]