

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Кунца Дмитрия Валентиновича «Обеспечение эксплуатационной надежности конструкций, встроенных в односводчатые станции Петербургского метрополитена», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.11 «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей»

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена большими затратами Петербургского метрополитена на ремонты внутренних конструкций в односводчатых станциях, не предусмотренные при проектировании.

Автор диссертации поставил и решил следующие задачи:

- выполнить анализ конструктивных решений односводчатых станций глубокого заложения в связи с материалами обследований повреждений встроенных строительных конструкций в период длительной эксплуатации;
- установить причины возникновения дефектов во встроенных конструкциях при эксплуатации путем сравнения фактических деформаций с расчетными;
- разработать рекомендации по проектированию конструкций, встроенных в односводчатые станции и инструкцию по их текущему содержанию.

2. Оценка содержания работы

Содержание диссертационной работы изложено в 4-х главах.

В главе 1 отмечаются известные преимущества односводчатых станций со встроенными сооружениями и обустройствами. Показано, что в процессе эксплуатации во встроенных конструкциях появились многочисленные дефекты (повреждения и разрушения), требующие дорогостоящих ремонтов. Сформулированы цели и задачи исследований.

Результаты специальных обследований по программе, разработанной автором, изложенные во 2-й главе диссертации, позволили определить причины и закономерности появления и развития повреждений внутренних конструкций. Установлено, что подавляющее число повреждений вызвано смещениями во времени блоков в своде и опор свода, на которые опираются внутренние конструкции.

В главе 3 приведены постановка и результаты решения плоской задачи расчета деформаций конструкции односводчатой станции в упругом грунтовом массиве при разных глубинах заложения. Найдены значения величины требуемого начального зазора между сводом станции и каркасом СТП, предупреждающие появление повреждений. В конце главы приведены результаты анализа влияния некачественного возведения обратного свода.

Глава 4 посвящена разработке рекомендаций по конструкции и технологии строительства внутренних сооружений в односводчатых станциях с учетом данных обследований и расчетов, а также разработке инструкции по содержанию односводчатых станций Петербургского метрополитена.

Диссертация отличается уникальным инженерным решением, а именно: созданием сложной многоэтажной строительной конструкции на изменяющемся во времени и в пространстве неравномерно деформируемом основании.

В Заключении автор диссертации формулирует краткие выводы по каждому разделу.

Диссертация завершается Списком использованной литературы из 99 наименований, в том числе 4-х на английском и немецком языках.

Приложение 1 содержит разработку автора: технический проект конструкции СТП, встроенной в односводчатую станцию,

Приложение 2 – «Заключение научно-технического экспертно-консультационного совета Санкт-Петербургского отделения Тоннельной Ассоциации России» с положительной оценкой диссертации.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Все научные положения, выводы и рекомендации, представленные в работе, обоснованы автором в достаточной мере. Полученные результаты являются достоверными, что подтверждается четкой логикой построения работы, достаточным объемом и представительностью проведенных исследований, широким использованием математического аппарата, а также непротиворечивостью результатов физическим законам и результатам других исследователей. Обоснованность применяемого метода математического моделирования подтверждается его апробированностью для решения задач по моделированию взаимодействия тоннельных конструкций с вмещающим грунтовым массивом. Выводы и рекомендации сделанные по результатам теоретических исследований подтверждаются корректной постановкой задачи и использованием апробированных методов исследований.

Степень достоверности и апробация результатов подтверждается всесторонним анализом большого объема материала натурных обследований технического состояния встроенных конструкций, полученных за продолжительный период наблюдений; использованием современных методов решения задач геомеханики в процессе изучения силового взаимодействия системы «грунтовый массив–обделка станции–встроенные конструкции»; удовлетворительной сходимостью результатов численного анализа статической работы конструкций с данными, полученными при обследовании встроенных конструкций на станциях с аналогичными конструктивными параметрами.

4. Научная новизна и значение работы

Научная новизна работы заключается в установлении причинно-следственных связей силового взаимодействия обделки станции со встроенными конструкциями на основе результатов натурных исследований и расчетно-теоретического анализа. Выявлена динамика и установлены закономерности процесса деформирования системы «грунтовый массив–обделка станции–встроенные конструкции» в течение длительного времени эксплуатации станционных комплексов.

Впервые в Российской Федерации на основе анализа материалов технической диагностики определена степень влияния выявленных дефектов на уровень технического состояния различных сооружений и обустройств, встроенных в односводчатые станции;

Работа несомненно обладает большой значимостью для науки, заключающейся в установлении причин возникновения и закономерностей развития различных дефектов встроенных конструкций, что позволяет своевременно и обоснованно проводить ремонтные работы, обеспечивая эксплуатационную надежность станционного комплекса.

Предложены и обоснованы новые объемно-планировочные и конструктивные решения сооружений, встроенных в односводчатые станции, обеспечивающие снижение финансовых и трудовых затрат на их текущее содержание и ремонт.

Значимость результатов исследования Кунца Д.В. для практики заключается в разработке и внедрении Инструкции по текущему содержанию односводчатых станций Петербургского метрополитена с учетом особенности эксплуатации встроенных конструкций и обустройств.

5. Публикации, отражающие основное содержание диссертационной работы, апробация результатов.

Основные результаты диссертации опубликованы в 7 печатных работах, в том числе в 3 работах в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Результаты работы докладывались на российских и международных научных конференциях, симпозиумах.

Публикации и автореферат диссертации в достаточной мере отражают содержание диссертационной работы.

Содержание и основные положения диссертационной работы докладывались на международной конференции «Безопасность – основа устойчивого развития регионов и мегаполисов» (Москва, 2005 г.), на международной конференции «Проектирование, строительство и эксплуатация комплексов подземных сооружений» (Екатеринбург, 2007 г.), на научно-техническом совете ГУП Петербургский метрополитен (2010 г.), на Научно-техническом экспертно-консультационном Совете Петербургского регионального отделения Тоннельной ассоциации России (2013 г.), на научно-технических семинарах кафедры «Тоннели и метрополитены» ФГБОУ ВПО ПГУПС (2013-2016 г.г.).

Полученные автором результаты диссертации рекомендуются для применения при проектировании, строительстве и эксплуатации односводчатых станций глубокого заложения в условиях г. Санкт-Петербурга.

6. Замечания по диссертационной работе:

1. Главной заслугой автора диссертации является накопление и систематизация фактических данных о деформациях во времени несущих конструкций односводчатых станций метрополитена Санкт-Петербурга. Конечно, основной причиной столь длительных деформаций станционных конструкций являются реологические свойства протерозойских глин и, возможно, винипластовых прокладок в стыках блоков верхнего свода, которые автор только косвенно учитывает в своей работе. Автор совершенно справедливо пренебрег незначительной ползучестью бетона конструкции, но напрасно игнорировал ползучесть других элементов расчетной модели. Конечно, в практике проектирования нет общепринятых методов расчета подземных сооружений с учетом ползучести, как и методов определения параметров ползучести, поэтому автор принял упрощенную модель. Но рекомендации по назначению строительного подъема верхнего и обратного сводов совершенно необходимы для проектировщиков. Несмотря на упрощенную упругую расчетную модель грунта, ему удалось получить удовлетворительную сходимость расчетных

величин деформаций с фактическими и разработать предложения по проектированию и эксплуатации встроенных конструкций для односводчатых станций Санкт-Петербурга. Как продолжение проделанной работы автору можно рекомендовать учесть реологические свойства элементов модели с тем, чтобы получилась методика расчета деформаций односводчатых станций с учетом ползучести для любых условий.

2. На рис. 2.15 приведена классификация дефектов и повреждений строительных конструкций односводчатых станций. В этой «Классификации» отсутствует классификация дефектов: критический, значительный, малозначительный. Соответственно, отсутствует связь между этой классификацией и теми дефектами которые приведены в таблице на рис. 2.15.

3. В выводах по Главе 3 (стр.111) приведены численные значения вертикальных и горизонтальных смещений элементов основных конструкций станции и встроенных конструкций, которые находятся в интервале от 50 мм до 240 мм. Однако, нет вывода о том, каким образом эти существенные по величине смещения влияют на прочность конструкций; например, следовало бы оценить изменение коэффициентов запаса прочности материала этих конструкций.

4. По разделу 4.2 «Рекомендации по проектным решениям встроенных конструкций односводчатых станций». Автор предлагает «при разработке компоновочного решения встроенных строительных конструкций исключить их влияние на НДС перемещений верхнего и обратного свода станций». Полное выполнение этой рекомендации невозможно, какие бы деформационные зазоры не организовывались между основными и встроенными конструкциями. Здесь следовало бы говорить о «минимизации влияния».

5. В Приложении 1 дано возможное конструктивное решение каркаса встроенного в односводчатую станцию СТП, причем зазор между его конструкцией и верхним сводом составляет всего 61 мм. Повидимому, это конечное стабилизированное состояние станции. Но тогда возникает вопрос о величине запаса этого зазора (строительного подъема), который должны создавать строители в момент монтажа свода в расчете на будущую деформацию, в том числе и деформацию во времени. Оценка этого запаса должна выполняться в каждом конкретном случае отдельно и принятые автором «условные 25% деформации», которые должны произойти до начала монтажа встроенных конструкций при их диапазоне от 20% до 50% , могут привести к разрушению встроенных конструкций. Этот вопрос в диссертации не затронут, хотя он очень важен. Ввиду проблем с расчетом деформаций ползучести зазор целесообразно увеличить.

Приведенные замечания не снижают значимости и положительной оценки работы.

7. Заключение

Диссертационная работа Кунца Дмитрия Валентиновича является законченной научной квалификационной работой, в которой системно обобщены теоретические и фактические данные о деформировании несущих конструкций односводчатых станций глубокого заложения метрополитена Санкт-Петербурга и даны рекомендации по проектированию встроенных конструкций, снижающие эксплуатационные затраты метрополитена.

Диссертация соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней ВАК Минобрнауки России, а её автор, Кунец Дмитрий Валентинович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.11 – «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей».

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук, доцент,

Директор филиала АО ЦНИИС

«НИЦ «Тоннели и метрополитены»



Е.В. Щекудов

129329 Москва, ул. Кольская д.1;

Филиал АО ЦНИИС «Научно-исследовательский центр «Тоннели и метрополитены»
(АО «ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»);

тел.: 8 (499) 180-41-93;

email: ShchekudovEV@tsniis.com

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Кунца Д. В.

«Обеспечение эксплуатационной надежности конструкций, встроенных в односводчатые станции Петербургского метрополитена», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Многолетний опыт строительства и эксплуатации Петербургского метрополитена в протерозойских глинах свидетельствует о преимуществе односводчатых станций по сравнению со станциями колонного и пилонного типов. К числу несомненных достоинств односводчатых станций следует отнести и возможность размещения под единым сводом встроенных конструкций вспомогательных сооружений станционного комплекса, включая, при необходимости, камеру съездов, СТП и др.

Однако, в процессе длительной эксплуатации односводчатых станций были выявлены дефекты, существенно снижающие уровень технического состояния конструкций встроенных сооружений. Поддержание надлежащего технического уровня несущих конструкций встроенных сооружений и обустройств, подверженных чрезмерным деформациям, а в некоторых случаях и частичному разрушению, было связано со значительными трудовыми и финансовыми затратами на текущее содержание и ремонтные работы.

Тем не менее, выявленные существенные преимущества односводчатых станций со встроенными сооружениями и обустройствами, перспектива дальнейшего строительства их на линиях Петербургского метрополитена, обусловили необходимость разработать научно обоснованные рекомендации по конструктивно-технологическим и объемно-планировочным решениям встроенных в односводчатые станции сооружений, что и определило актуальность темы диссертации.

Целью исследований, проведенных автором диссертации, является разработка на основе результатов технического диагностирования и расчетно-теоретического анализа новых объемно-планировочных и конструктивных решений встроенных в односводчатые станции сооружений и обустройств, обеспечивающих их эксплуатационную надежность.

Диссертация состоит из четырех глав, в которых освещается состояние вопроса, обосновывается актуальность темы, определены цель и задачи диссертационной работы, дано обоснование целесообразности обеспечения эксплуатационной надежности односводчатых станционных комплексов путем внедрения новых объемно-планировочных и конструктивных решений встроенных сооружений и обустройств, разработанных с учетом деформаций элементов несущей обделки станции.

Разработанная автором программа технического диагностирования, проведенного с целью оценки технического состояния встроенных конструкций, включает большой объем периодических и специальных обследований. Значительная часть работы посвящена численному моделированию напряженно-деформированного состояния системы «грунтовой массив – обделка станции – встроенные конструкции».

На основе результатов технического диагностирования и расчетно-теоретического анализа установлены причинно-следственные связи силового взаимодействия обделки станции со встроенными конструкциями. Работа заканчивается практическими предложениями по реализации результатов проведенных исследований.

Таким образом, структура диссертации имеет четко выраженные научную направленность и практическую значимость.

В первой главе изложен аналитический обзор отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства односводчатых станций. Автор концентрирует внимание на существенном преимуществе односводчатых станций: рациональное объемно-планировочное решение станционного комплекса позволяет разместить в едином конструктивном объеме все вспомогательные сооружения и устройства, обеспечивающие четкую организацию движения поездов, удобное и безопасное обслуживание пассажиров.

Отмечается, что в процессе достаточно длительной эксплуатации станций со встроенными сооружениями определены негативные проявления, снижающие уровень технического состояния встроенных конструкций. При этом несущая способность конструкций станций на воздействие горного давления многократно проверена теоретическими и экспериментальными исследованиями и сомнений не вызывает, а все нарушения отмечаются в конструкциях встроенных сооружений и обустройств.

Автор обобщил результаты натурных наблюдений, выполненных в процессе текущего содержания 12 станционных комплексов за первые годы после сдачи их в эксплуатацию, и пришел к выводу, что причины, вызывающие эти нарушения, связаны с характером и величинами деформаций обделки станций, которые проявляются в течение нескольких лет.

Именно вопрос взаимодействия основных и встроенных конструкций остался малоизученным на первом этапе исследований при проектировании и строительстве первых двух односводчатых станций.

Специфика совместной работы обделки односводчатых станций и встроенных сооружений и обустройств, обусловила необходимость совершенствования существующих проектных решений встроенных конструкций и разработку новых.

В этой связи особую актуальность приобретают исследования процессов деформирования обделок односводчатых станций, анализ

совместной работы несущей обделки и встроенных конструкций, а также разработка конструктивных решений внутренней встроенной инфраструктуры и технических мероприятий с учетом особенностей текущего содержания, обеспечивающих эксплуатационную надежность станционных комплексов в процессе длительной эксплуатации.

Во второй главе изложен наиболее значимый, по нашему мнению материал - результаты технического диагностирования, выполненного по разработанной автором программе. В диссертации представлен обширный материал визуальных наблюдений (фотосессия характерных дефектов приведена на 43-х рисунках) и инструментальных обследований 10 односводчатых станционных комплексов, выполненных в период с 2000 года по 2006. Проведенные обследования позволили автору не только выявить дефекты и повреждения встроенных конструкций, дать их классификацию, но и установить причины возникновения и динамику развития различных дефектов встроенных конструкций в период длительной эксплуатации.

Анализ характера, интенсивности развития и количества дефектов встроенных конструкций показал, что их совокупность приводит к снижению категории технического состояния от *ограниченно работоспособного до недопустимого*. Установлено, что большинство повреждений встроенных конструкций проявляется в период первых лет после сдачи станционного комплекса в эксплуатацию и развивается в течение длительного времени – до 18-20 лет. Причем доминирующими для встроенных конструкций являются силовые дефекты, вызванные деформациями элементов обделки станции. Подчеркнуто, что подавляющее количество дефектов и повреждений встроенных конструкций вызваны не только деформацией арок верхнего свода, но и смещениями блоков обратного свода, на которые опираются элементы их несущих каркасов, а также смещением опор. Выявленные дефекты обусловлены отсутствием или недостаточной величиной зазоров между верхним сводом и несущими элементами встроенных конструкций, а также необоснованным расположением узлов их опирания на обратный свод и на опоры станции.

Идентификация технического состояния встроенных конструкций являлась в дальнейшем основой для принятия технических решений по выбору ремонтно-оздоровительных мероприятий и поддержания конструкций в исправном состоянии. Отмечается, что капитальный ремонт и текущее содержание встроенных конструкций односводчатых станций связаны со значительными затратами. Так, затраты на ремонтные работы по обеспечению надлежащих эксплуатационных показателей встроенных конструкций односводчатых станций за время эксплуатации оцениваются в 1,4...1,5 млрд. руб. в действующих ценах.

Содержание **третьей главы** определилось в соответствии с концепцией, сформулированной автором на основании результатов технического диагностирования: объемно-планировочные и конструктивные решения встроенных в односводчатые станции сооружений и обустройств необходимо увязывать с качественными и количественными показателями деформации как верхнего, так и обратного сводов станции, а также смещений опор с учетом продолжительного периода стабилизации этих деформаций.

Здесь представлены результаты численного анализа деформированного состояния системы «грунтовый массив – обделка станции – встроенная конструкция», проведенного с целью установления причинно-следственных связей силового взаимодействия обделки станции со встроенными конструкциями СТП.

Вначале автор определил возможные деформации элементов обделки станции при различной глубине заложения с учетом наиболее характерных условий работы обделки: с проектным обжатием и при наличии зазоров в местах сопряжения с опорами. Затем изучалось деформированное состояние встроенных в станцию наиболее ответственных конструкций (в частности конструкций СТП), подверженных воздействию смещений элементов обделки станции. Численные модели варьировались при разной глубине заложения станций и разных схемах контакта несущих элементов каркаса с обделкой станции.

По результатам численного моделирования автором выявлена совокупность факторов, определяющих деформированное состояние конструкций СТП, встроенных в односводчатые станции.

Основываясь на результатах проведенных исследований, автор приходит к заключению, что основными причинами, вызывающими появление дефектов в элементах встроенных в односводчатую станцию сооружений и обустройств являются:

- деформации не только арок верхнего свода, но и смещения блоков обратного свода, на которые опираются элементы их несущих каркасов, а также смещения опор сводов;

- объемно-планировочные и конструктивные решения встроенных сооружений и обустройств, принятые без учета возможных деформаций элементов обделки в процессе длительной эксплуатации.

Анализируя результаты расчета, автор приходит к выводу, что качественные и количественные показатели дефектов и повреждений встроенных конструкций, зависят от:

- глубины заложения станции;
- толщины кровли протерозойских глин;

- конструктивной схемы встроенного сооружения;
- количества и расположения узлов опирания несущих элементов каркаса встроенного сооружения на блоки обделки станции;
- качества разжатия обратного свода;

Установлены закономерности и численные значения смещений элементов обделки односводчатых станций с учетом реальных условий их работы.

Следует подчеркнуть практическую значимость результатов математического моделирования:

- возможность прогнозировать и обоснованно принимать в проектных решениях значения величин зазора между несущими элементами каркаса СТП и блоками верхнего свода, при которых исключается их силовое взаимодействие;

- рекомендации располагать опоры несущих элементов встроенной конструкции в местах равного подъема блоков обратного свода.

В четвертой главе подведен итог проведенным исследованиям. Автор отмечает удовлетворительную сходимость характерных проявлений большинства дефектов и величин смещений встроенных конструкций, выявленных в ходе технической диагностики, с результатами математического моделирования. Это позволило ему с достаточной степенью достоверности установить причинно-следственную связь между деформациями элементов несущей обделки на различных участках станционного комплекса с характером и видом повреждений различных типов встроенных конструкций.

Комплекс проведенных исследований положен в основу разработанных автором технических решений встроенных в односводчатые станции сооружений и обустройств. Реализация этих рекомендаций позволит уменьшить эксплуатационные затраты на текущий и капитальный ремонт встроенных сооружений, повысить эксплуатационную надежность односводчатых станционных комплексов со встроенными конструкциями на линиях Петербургского метрополитена.

Глава завершается изложением основных положений разработанной автором «Инструкции по содержанию односводчатых станций Петербургского метрополитена».

Научное и практическое значение диссертации заключается в методологически строго проведенной технической диагностики встроенных в односводчатые станции сооружений и обустройств, в оценке напряженного состояния системы «грунтовый массив - обделка станции – встроенные конструкции» по данным численного моделирования. Результаты этих исследований позволили впервые установить причинно-следственные связи силового взаимодействия исследуемой системы и обосновать

технические решения встроенных в односводчатые станции конструкций. Реализация предлагаемого решения позволит сократить эксплуатационные затраты на текущий и капитальный ремонт встроенных сооружений, повысить эксплуатационную надежность односводчатых станционных комплексов на линиях Петербургского метрополитена.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций по техническим решениям встроенных в односводчатые станции сооружений и обустройств обосновывается надежными и апробированными методами натурных исследований, результатами расчетно-теоретического анализа; удовлетворительной сходимостью результатов натурных исследований с данными, полученными расчетами.

Изложение диссертации четкое и понятное, содержание глав раскрыто в логической последовательности. Работа выполнена с соблюдением требований по оформлению диссертационных работ. Автореферат в достаточной мере отражает содержание и основные выводы представленной диссертации, как и 7 работ автора, опубликованных в печати, 3 из которых – в изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ.

По диссертации имеются следующие замечания.

1. В диссертации нет ссылок на методические и рекомендательные работы, в которых представлены методы расчета односводчатых станций в части их напряженно-деформированного состояния и смещений элементов несущих конструкций:

- Антонов О.Ю., Айвазов Ю.Н., Безродный К.П. «Методические рекомендации по статическому расчету односводчатых станций глубокого заложения», ЦНИИС, М., 1979г.

- Антонов О.Ю., Мандриков С.Г., Сильвестров С.Н., Степанов П.В., Афондинов Л.С., Безродный К.П. «Рекомендации по проектированию и строительству односводчатых станций в плотных устойчивых глинах, типа протерозойских», ЦНИИС, М., 1979г.

2. В численных методах расчета нет учета ползучести глин, что во времени и является причиной нарушения встроенных конструкций.

3. Нет сопоставления расчетных величин смещений сводов, опор, полученных автором с результатами натурных исследований.

4. Нет сопоставления расчетных величин напряженно-деформированного состояния, смещений элементов постоянных конструкций, полученных автором численными методами и ранее представленными: Айвазов Ю.Н., Антонов О.Ю., Безродный К.П.

В целом диссертация Кунца Д.В. заслуживает положительную оценку, так как представляет собой законченную научно-квалификационную работу, опирающуюся на большой материал, представленный результатами натурных и расчетно-теоретических исследований. Изложены научно

обоснованные технические разработки, имеющие существенное значение для обеспечения эксплуатационной надежности односводчатых станционных комплексов на линиях Петербургского метрополитена и открывающих перспективу дальнейшего строительства этих эффективных станционных комплексов.

По актуальности, научной значимости и практической ценности результатов, диссертационная работа Кунца Д.В. отвечает требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент

доктор технических наук,

старший научный сотрудник,

зам. генерального директора

ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс»



Безродный К.П.