

ОТЗЫВ

официального оппонента Ватина Николая Ивановича

на диссертацию Косика Алексея Борисовича на тему

«Трещиностойкость крупноразмерных пологих гипсокартонных оболочек», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 –

строительные конструкции, здания и сооружения

Актуальность темы диссертационной работы

Криволинейные гипсокартонные конструкции в настоящее время широко используются для создания сложных дизайнерских конструктивных систем при оформлении интерьеров гражданских зданий различного функционального назначения: вокзалов, терминалов, торговых павильонов, учебных аудиторий, холлов общественных учреждений и др. Геометрия сложных оболочек значительно отличается от общепринятых, в результате чего проектировщики сталкиваются с проблемой совместимости требуемых проектных решений с техническими требованиями и регламентами, предусмотренных технической документацией изготовителей комплектных систем сухого строительства, и, одновременно, с необходимостью выбора конструктивной схемы несущего каркаса и жесткости гипсокартонной оболочки для обеспечения трещиностойкости, как основополагающего критерия обеспечения долговечности и сохранения эстетического вида создаваемой конструктивной формы.

Наиболее часто решение этой задачи осуществляется с помощью разрезки конструкции на деформационные швы, что снижает эстетическую привлекательность конструкции как основы для фактурных покрытий или художественной росписи.

Все перечисленное в сочетании со сложностью геометрической формы оболочек и условий их эксплуатации требует дополнительных исследований с выполнением численного моделирования напряженно-деформированного состояния оболочек в целях обеспечения их надежности в пределах гарантированного срока эксплуатации, что подтверждает высокую актуальность темы исследований.

Анализ содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти основных разделов, выводов, списка использованных источников в объеме 169 наименований и приложений. Общий объем работы составляет 151 страницу, в том числе 112 страниц основного текста, 23 полных страниц с рисунками и таблицами, 14 страниц списка использованных источников, 2 страницы приложений.

Объектом исследования в диссертационной работе является напряженно-деформированное состояние пологих оболочек из крупноразмерных гипсокартонных плит.

Предмет исследования – параметры напряженно-деформированного состояния, включая трещиностойкость, крупноразмерных пологих оболочек из гипсокартонных плит.

Во **введении** представлена общая характеристика работы, ее актуальность, сформулированы цель и задачи исследования, приведены основные научные положения и их новизна, дана характеристика теоретической и практической значимости работы, структура состава диссертации.

В **первом разделе** диссертации представлен аналитический обзор информационных источников по направлению исследования, выполнен критический анализ нормативных требований к гипсокартонным плитам, которые представляют собой материал, полученный в процессе непрерывной конвейерной технологии и формируется из армированного минеральным волокном гипсового сердечника и внешнего армирования в виде высококачественного многослойного картона. Приведены направления использования численных методов инженерного анализа конструкций, в которых отсутствуют серьезные затруднения в отношении степени дискретизации континуальных моделей, включая геометрию оболочек любой степени сложности. В результате анализа сформулированы цель и задачи исследования.

Во **втором разделе** приведены методики экспериментальных исследований прочности и деформативности стандартных гипсокартонных плит и трещиностойкости составных конструктивных элементов из гипсокартонных плит при одноосном растяжении, изгибе и чистом сдвиге. Исследования прочности при изгибе стандартных образцов выполнены автором по методикам отечественных и европейских стандартов. Эти методики различаются в схемах нагружения и параметрах геометрии образцов. В ходе испытания всех образцов осуществлялась фиксация нагрузки, момента трещинообразования и прогиба вплоть до разрушения.

В **третьем разделе** автор приводит результаты экспериментальных исследований образцов, вырезанных из гипсокартонных плит и составных элементов, в результате чего были получены результаты, свидетельствующие о том, что: в пределах упругой работы двухслойные составные элементы вне зависимости от типа их соединения не работают как полноценно цельные элементы; наблюдается развитие микротрещин в гипсовом сердечнике; образцы, армированные стеклохолстом вплоть до разрушения деформировались без видимых трещин на лицевых гранях. Усиление гипсокартонной плиты стеклохолстом приводит к резкому возрастанию предела трещиностойкости и увеличению до 10 % модуля упругости; прочность и трещиностойкость образцов со стеклохолстом превышают идентичные характеристики поперечных цельных образцов в 1.8 раза. Экспериментальные исследования показали, что для крупноразмерных гипсокартонных плит оболочек наиболее рациональным и технологичным является использование двухслойной конструкции с двойным усилением в виде одновременного использования клевого и винтового соединений, и дополнительного армирования в виде стеклохолста, главным отличием которых является достижение предела трещиностойкости до предела прочности при растяжении. Данный раздел диссертации представляет весьма интересные и достаточно новые данные о физических характеристиках составных элементов из гипсокартонных плит.

Четвертый раздел работы посвящен расчету пологих оболочек из гипсокартонных плит на основе структурно-феноменологического принципа. При этом автор принимает предпосылки и допущения о том, что: плоско армированный материал представляет собой сплошное макроскопически однородное ортотропное тело; гипсовый сердечник и армирующий картон линейно упруги и однородны и подчиняются закону Гука; между сердечником и армирующим картоном существует идеальное сцепление; гипсокартонная оболочка работает в условиях плоского напряженного состояния, дополнительные напряжения, ввиду различных значений коэффициентов Пуассона для гипсового сердечника и армирующего картона, ничтожно малы.

Выполненные расчеты показывают, что в пределах упругой работы частичная податливость двухслойных составных образцов может быть учтена путем перехода к однородному ортотропному телу, подчиняющемуся закону Гука. Для решения практических задач рекомендуется ограничиваться обеспечением трещиностойкости в поперечном направлении. Трещиностойкость считается обеспеченной, если эквивалентные напряжения в срединных и крайних слоях оболочки не превышают расчетных значений трещиностойкости в поперечном направлении. Для определения эквивалентных напряжений при плоском напряженном состоянии целесообразно использование как первой, так и четвертой теорий прочности. Для анализа НДС оболочек с различной сложностью конфигурации наиболее целесообразно использование МКЭ. Построение дискретных моделей может быть выполнено как с использованием плоских элементов (пластинок), так и криволинейных (оболочек).

В **пятом разделе** на основе полученных экспериментально-теоретических результатов для проверки работоспособности выдвинутых предположений выполнены численные исследования и проектирование крупноразмерной эллипсоидной оболочки в рекреационной зоне первого учебного корпуса Донбасской национальной академии строительства и архитектуры (размеры здания в плане 16,0 м на 30,0 м). Результаты численных исследований и анализ полей приведенных напряжений продемонстрировали справедливость и эффективность полученных экспериментальных и теоретических положений. Реализованный на основе проведенных расчетов купол из гипсокартонных плит представляет собой практический пример обоснованности и эффективности результатов исследований автора.

В **основных выводах** представлены наиболее существенные итоговые результаты по работе.

Научная новизна полученных результатов исследования заключается в том, что:

- экспериментально получены основные закономерности деформирования гипсокартонных плит при изгибе с использованием специализированного высокотехнологического оборудования фирмы Zwick Roell, а также упругие и прочностные характеристики с учетом ортотропии в ортогональных направлениях, при этом гипсокартонные плиты как конструкционно-отделочные плиты имеют относительно высокий предел упругой работы до перехода в пластическую стадию деформирования величиной 50–70 % от стадии разрушения; при этом предел прочности при изгибе до 4 раз превышает аналогичный показатель при осевом растяжении;

– усовершенствована и дополнена методика экспериментальных исследований прочностных и деформативных характеристик гипсокартонных плит, для чего разработаны и созданы лабораторные установки для испытаний на осевое растяжения и чистый сдвиг в комплекте с адаптированной мобильной тензометрической системой с непрерывной регистрацией быстроменяющихся деформаций и предложена универсальная измерительно-силовая установка с возможностью испытания на трех– и четырехточечный изгиб при различных вариациях пролетов, размеров и прочности опытных образцов с фиксацией прогиба вплоть до разрушения;

– получили дальнейшее развитие результаты исследования закономерностей деформирования цельных и составных гипсокартонных плит образцов–моделей при различных видах нагружений; установлены упругие и прочностные характеристики в главных осях ортотропии гипсокартонных плит при осевом растяжении, чистом сдвиге и изучено изменение прочности, трещиностойкости и деформативности одно– и двухслойных образцов при стандартном и дополнительном армировании стыков и межэлементных соединениях при изгибе и одноосном растяжении;

– предложена методика расчета тонкостенных гипсокартонных оболочек с обоснованием технологичных вариантов конструктивного решения многослойной гипсокартонной оболочки с повышенным пределом трещиностойкости в стыках и с использованием структурно–феноменологического подхода обоснована расчетная модель и критерии трещиностойкости гипсокартона, как плоско армированного материала, который в численных методах расчета представляется в виде сплошного однородного ортотропного тела с эквивалентной жесткостью.

Практическая значимость диссертации состоит в том, что автором предложена методика расчета, которая позволяет достоверно оценивать НДС и проектировать сложные крупноразмерные пологие гипсокартонные оболочки;

– результаты экспериментально–теоретических исследований внедрены при расчете и проектировании крупноразмерной эллипсоидной оболочки, размеры которой в несколько раз превышают диаметры типовых куполов «Берлин» и «Мюнхен» и могут быть использованы при разработке технических нормативов и проектной документации по устройству уникальных пологих гипсокартонных оболочек;

– результаты теоретических и экспериментальных исследований внедрены в учебный процесс в составе конспекта лекций по дисциплине «Инновационные технологии строительства с применением новых материалов» при подготовке магистров по направлению 08.04.01 «Строительство», программа «Теория и практика организационно–технологических и экономических решений».

Диссертационная работа выполнена в соответствии с кафедральными научно–исследовательскими темами: К–2–13–11 «Разработка и усовершенствование ресурсосберегающих и безопасных конструктивных и организационно–технологических решений при строительстве, эксплуатации, реконструкции и ликвидации зданий и сооружений в сложных условиях» (№ 0111U008174, 2011–2015 г.); К–2–13–16 «Инновационные энергоресурсосберегающие организационно–технологические процессы возведения и реконструкции зданий и сооружений» (№ 0117D000268, 2016–2020 г.)

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, полученных в работе, не вызывает сомнений, так как в постановке рассматриваемых задач использовались классические положения и гипотезы сопротивления материалов, строительной механики и теории упругости. Результаты получены экспериментально–теоретическими исследованиями с применением современного специализированного оборудования и апробированных вычислительных программных комплексов для численного анализа НДС оболочек, соответствия опытных данных и результатов численного анализа.

Достоверность результатов работы подтверждается также апробацией в виде докладов на ежегодных научно–технических конференциях ДОННАСА в 2008–2018 годах, на международном симпозиуме «Инновация в области применения гипса в строительстве» (г. Москва, МГСУ, 31 мая – 1 июня 2012 г.), на международной научно–практической конференции «Сухое строительство: товароведческие аспекты развития отрасли» (1–2 ноября 2012г.).

Материалы диссертации в полной мере опубликованы автором в 10 научных изданиях, в том числе 4 публикации – в рецензируемых научных изданиях, 3 публикации – по

материалам научных конференций, 3 публикации – в других изданиях. При этом шесть работ опубликовано без соавторов.

Замечания по работе

1. Испытания проводились только на одном типе листов гипсокартонных плит толщиной 12.5 мм. При этом закономерности деформирования необходимо уточнять при использовании плит 6.5 и 9.5 мм, т.к. с уменьшением толщины плит относительная прочность и модуль упругости возрастают. Такое уточнение в работе отсутствует.
2. В работе не исследованы зависимости трещиностойкости стыков от вида профиля продольных и поперечных кромок, шовного и армирующего материалов.
3. В четвертом разделе диссертации изложен общий метод расчета пологих гипсокартонных оболочек, основанная на структурно-феноменологическом принципе. Однако гипсокартонные плиты относятся к композиционным тонкостенным конструкционно-отделочным плитам. Следовательно замена неоднородного композита эквивалентным однородным анизотропным телом не дает возможности достоверно определить концентрацию напряжений и деформаций на границах раздела компонентов композита. Оценка достоверности упрощенного авторского подхода не приведена.
4. В пятом разделе вспомогательный каркас оболочки из тонкостенных оцинкованных холодногнутых профилей описан излишне сжато.

Заключение

Диссертационная работа Косика Алексея Борисовича представляет собой завершённую, самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему на высоком профессиональном научном уровне, обладает внутренним единством и цельностью, содержит новые научные результаты и положения в части развития методики оценки напряженно-деформированного состояния тонкостенных пологих оболочек из крупноразмерных гипсокартонных плит при различных условиях эксплуатации и разработки рекомендаций по повышению их трещиностойкости, которые свидетельствуют о личном вкладе автора в науку.

Диссертационная работа на тему «Трещиностойкость крупноразмерных пологих гипсокартонных оболочек» отвечает требованиям п. 2.2 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Косик Алексей Борисович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения.

Настоящим я, Ватин Николай Иванович, даю согласие на автоматизированную обработку персональных данных с указанием фамилии, имени, отчества.

Официальный оппонент
Доктор технических наук по специальности
05.23.16.
профессор Высшей школы промышленного,
гражданского и дорожного строительства
Инженерно-строительного института
Санкт-Петербургского политехнического
университета Петра Великого
Россия, г. Санкт-Петербург
ул. Политехническая, 29
Тел.: +7(812)297-20-95
Сайт: office@spbstu.ru
моб. тел. +79219643762
E-mail: vatin@mail.ru

Ватин Николай Иванович

