



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет»
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

ИНН 7804040077, ОГРН 1027802505279,
ОКНО 02068574
Политехническая ул., 29, С.-Петербург, 195251
Телефон (812) 297-20-95, факс 552-60-80
E-mail: office@spbstu.ru

№ _____
на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор СПбПУ

по научной деятельности

 Д.Ю.Райчук

/ 01 декабря 2014 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу
Семенова Алексея Александровича
**«Геометрически нелинейная математическая модель расчета
прочности и устойчивости ортотропных оболочечных конструкций»,**
представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.23.17 – Строительная механика

1. Актуальность темы диссертационной работы

Сегодня полимерные композиционные материалы (ПКМ) используются практически во всех отраслях народного хозяйства. Это судостроение, строительство, мостостроение, биомедицина, энергетика, нефтехимия, двигателестроение, транспорт, сельхозтехника, дорожная инфраструктура и др. Области их применения продолжают расширяться.

Широкое применение полимерных композиционных материалов в строительстве обусловлено не только высокой химической стойкостью,

хорошими прочностными характеристиками, привлекательными декоративными свойствами, но и технологичностью, универсальностью свойств, возможностью направленного регулирования структуры и свойств композитов.

Основные свойства полимерных композиционных материалов определяются химической природой полимерного связующего, видом и концентрацией наполнителя. Кроме того, полимерные композиты могут содержать в своих составах упрочняющую арматуру.

К полимерным композитам, получившим уже сегодня широкое гражданское применение, относятся стеклопластики - полимерные композиционные материалы, армированные стеклянными волокнами, которые формуют из расплавленного неорганического стекла. Эти материалы обладают достаточно большой прочностью, низкой теплопроводностью, высокими электроизоляционными свойствами. Сегодня из них изготавливают трубы для коррозионностойких технологических трубопроводов, дренажные трубы, трубопроводы для ЖКХ, трубы для нефтегазового комплекса, элементы очистных сооружений, накопительные, пожарные, химически стойкие емкости, строительную арматуру.

Около 30% мирового объема производства полимерных композитов (~ 4 млн тонн) составляет продукция для строительной отрасли. Наиболее широко полимерные композиты применяются при строительстве объектов транспортной инфраструктуры и жилищно-коммунального хозяйства, а также в гражданском и промышленном строительстве. Объем потребления полимерных композитов, конструкций и изделий из них в России составляет около 0,5 - 2% (по разным экспертным оценкам) от общемирового объема потребления полимерных композитов. В соответствии с общемировой практикой, наибольший потенциальный объем потребления полимерных композитов, конструкций и изделий из них находится в строительной индустрии, а российские компании

производят весь спектр продукции из полимерных композитов, пригодных для применения в строительстве. Однако объем потребления продукции российской композитной отрасли в строительстве в России составляет доли процентов (~ 6 - 7 тыс. тонн) от аналогичного мирового потребления.

Диссертационная работа Семенова Алексея Александровича посвящена моделированию деформирования и расчету конструкций из современных полимерных ортотропных композиционных материалов, что делает ее достаточно актуальной и важной для различных областей строительных наук и, в частности, для строительной механики.

2. Научная новизна исследований и полученных результатов

Научная новизна работы Семенова А. А. заключается, в первую очередь, в усовершенствованной геометрически нелинейной математической модели. Важным является комплексный учет ряда факторов (геометрическая нелинейность, поперечные сдвиги, ортотропия материала, возможность подкрепления конструкции в виде ребер жесткости с учетом их сдвиговой и крутильной жесткостей) – отдельно каждый из них достаточно хорошо изучен и представлен широким кругом работ отечественных и зарубежных ученых. Однако, в совокупности они рассматриваются редко.

Также в его работе комплексно исследуется прочность и устойчивость конструкций, и показано, что по отдельности их рассматривать нельзя. Полученные Семеновым А.А. значения нагрузок потери прочности и потери устойчивости для разных конструкций соотносятся по-разному: где-то раньше теряется прочность, а где-то раньше устойчивость.

Любая нелинейность в математической модели существенно усложняет ее исследование, и требует применения эффективных алгоритмов с использованием численных методов. Предложенный в работе Семенова А.А. алгоритм, основанный на методе Рунге и методе

продолжения решения по наилучшему параметру, позволяет делать все необходимые расчеты для решения задач прочности и устойчивости ортотропных оболочечных конструкций. Также в работе показано, что учитывать геометрическую нелинейность необходимо, т.к. иначе значения предельных нагрузок потери прочности могут быть существенно завышены.

Представленный в работе анализ критериев прочности дает представление об их применимости к расчетам прочности ортотропных оболочек. Существует достаточно много критериев прочности, но универсального пока найти не удалось, и для разных типов материалов применяются различные критерии. Семеновым А. А. было рассмотрено 5 различных критериев, применительно к конструкциям из ПКМ (выполненных из углепластика и стеклопластика). Анализ данных показал схожий результат для всех критериев, кроме критерия Писаренко – Лебедева, и наиболее эффективным признан критерий максимальных напряжений, т.к. помимо значения предельной нагрузки потери прочности он также дает информацию о компоненте напряжений, которая превысила допустимое значение, и о характере напряжений – растяжение или сжатие.

Таким образом, диссертационная работа Семенова А. А. имеет необходимую научную новизну.

3. Степень обоснованности и достоверности научных результатов и выводов, сформулированных в диссертации

Все результаты, представленные в работе Семенова А. А., являются достоверными, т.к. опираются на строгие математические методы, принципы и подходы, принятые в современной строительной механике. Все математические преобразования показаны достаточно подробно и сомнений не вызывают. Результаты расчетов тестовых примеров согласуются с результатами, полученными другими авторами.

По результатам диссертационного исследования было опубликовано 20 работ, из них 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и 5 публикаций в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Диссертационная работа имеет четкое и ясное изложение, многие результаты расчетов показаны графически, что является достаточно наглядным. Научные публикации и автореферат дают достаточное представление об основных результатах, полученных в диссертационной работе.

4. Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертации

Выводы и рекомендации, сформулированные Семеновым А.А. в его диссертационной работе, могут быть использованы в проектных организациях при разработке конструкций оболочечного типа из современных композиционных материалов (в частности, большепролетных покрытий строительных сооружений). Представленные соотношения математической модели, алгоритм исследования и разработанный программный продукт могут стать основой для дальнейших научных исследований в данной области.

Результаты работы Семенова А. А. имеют внедрение в научные проекты, финансируемые Минобрнауки РФ, а также в практику проектных строительных организаций, что подтверждено актами о внедрении, приведенными в приложении к диссертации. Научное и практическое значение результатов диссертационной работы также подтверждается свидетельством о государственной регистрации разработанной автором программы для ЭВМ.

5. Критические замечания и недостатки

По работе могут быть сделаны следующие замечания:

1. рассматриваются конструкции из однослойных углепластиков и стеклопластиков, но на практике в большинстве случаев принято использовать многослойные пакеты. Почему рассматривается лишь монослой?

2. автором показано, что критерий максимальных напряжений использовать наиболее предпочтительно. Но большое число существующих критериев прочности связано и, в том числе, с учетом разных особенностей материала. Для каких материалов критерий максимальных напряжений наиболее эффективен?

3. в работе не сказано, при строительстве каких объектов применялись большепролетные покрытия из полимерных композиционных материалов?

4. в диссертации не указывается, какова общая точность проведенных расчетов?

Заключение

Диссертационная работа Семенова А.А. представляет научный и практический интерес, является законченным исследованием, соответствует требованиям ВАК для специальности 05.23.17 – Строительная механика (содержанию специальности: методы расчета сооружений и их элементов на прочность, устойчивость при силовых воздействиях; основным направлениям: п. 2 «Линейная и нелинейная механика конструкций и сооружений, разработка физико-математических моделей их расчета», п. 4 «Численные методы расчета сооружений и их элементов»), отвечает требованиям п.9. «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

За решение задачи по разработке математической модели деформирования ортотропных оболочечных конструкций для нахождения предельных значений нагрузок потери прочности и устойчивости, Семенов

Алексей Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика.

Настоящий отзыв заслушан и утвержден на заседании кафедры «Строительная механика и строительные конструкции», протокол № 5 от 25.11.2014 г.

Результаты голосования: единогласно.

Председатель, заместитель заведующего,
Доцент кафедры «Строительная
механика и строительные
конструкции», к.т.н.

Колосова Г.С.

195251, Санкт-Петербург, Политехническая, 29
ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет
Эл. почта office@spbstu.ru.
Тел.(812)297-2095
Факс (812) 552-6080