

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

**доцента, кандидата технических наук Шмелева Геннадия Николаевича на диссертационную работу Аксёнова Ивана Сергеевича на тему «Напряженно-деформированное состояние светопрозрачных ограждающих конструкций из ПВХ профилей при климатических температурных воздействиях», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения.**

### **Актуальность темы исследования**

Особенностью светопрозрачных конструкций из ПВХ профилей является сильная зависимость их напряженно-деформированного состояния от температурных климатических воздействий, обусловленная высоким значением коэффициента линейного температурного расширения поливинилхлорида. Для северных и центральных зон Российской Федерации характерны холодные зимы с низкими температурами. В зимний период эксплуатации в поперечном сечении профилей светопрозрачных ПВХ конструкций устанавливается значительный по величине перепад температуры, который приводит к деформациям изгиба их профильных элементов. Существующие исследования показывают, что эти деформации сопоставимы по величине с деформациями от действия ветровых нагрузок. Разработанные в настоящее время инженерные методы расчета напряженно-деформированного состояния светопрозрачных ПВХ конструкций не рассматривают температурные климатические воздействия. Поэтому данный вопрос полностью исключается из рассмотрения на этапе проектирования. Это приводит к ряду проблем при эксплуатации светопрозрачных ПВХ конструкций. В первую очередь, к нарушению их герметичности вследствие неучтенных температурных деформаций. В диссертационной работе Аксёнова И.С. разработана методика расчета напряженно-деформированного состояния светопрозрачных конструкций из ПВХ профилей с армирующим стальным сердечником при климатических температурных воздействиях, что является решением весьма актуальной задачей в области проектирования светопрозрачных конструкций.

## Структура и содержание работы

Диссертационная работа соискателя включает следующие разделы: введение, 4 главы, заключение, список литературы и приложения. Общий объем работы – 150 страниц, в том числе 24 страницы приложений. Работа включает 61 рисунок и 14 таблиц. Количество источников использованной литературы – 105, в том числе 62 зарубежных источника. Количество приложений – 4.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, описана степень её разработанности, сформулированы цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования, описана методология исследования и обозначены положения, выносимые на защиту, обоснована достоверность полученных результатов и приведены сведения об апробации результатов исследования.

В первой главе автор проводит анализ существующих научных исследований, описывающих влияние температурных деформаций на эксплуатационно-технические характеристики светопрозрачных ПВХ конструкций (таких как воздухопроницаемость, звукоизоляция и т.д.), а также исследований, в которых приводятся результаты аналитических, экспериментальных и численных исследований напряженно-деформированного состояния светопрозрачных ПВХ конструкций при температурных нагрузках. Делается вывод, что температурные деформации способны значительным образом снижать технико-эксплуатационные характеристики оконных ПВХ конструкций, при этом не существует полноценного инженерного метода расчета их напряженно-деформированного состояния, которые бы учитывал климатические температурные воздействия.

Во второй главе приводятся результаты поэтапных аналитических исследований. Разрабатывается методика расчета параметров температурного поля в поперечном сечении ПВХ профилей, армированных стальным сердечником; разрабатывается методика расчета напряженно-деформированного состояния системы «ПВХ профиль-стальной сердечник» с учетом климатических температурных воздействий; предлагается новаторский подход к рассмотрению напряженно-деформированного

состояния оконных ПВХ конструкций, который заключается в представлении оконной конструкции в виде совокупности т.н. «комбинаций профилей», на основании этого подхода разрабатывается математическая модель НДС оконных ПВХ конструкций при температурных нагрузках.

Третья глава посвящена описанию методики и результатов экспериментальных исследований деформаций профильных элементов оконных ПВХ конструкций при климатических температурных воздействиях. Исследования проведены на 4-х различных оконных ПВХ конструкциях (отличающихся как профильной системой, так и размерами) в 9 различных конфигурациях. Результаты экспериментов позволили верифицировать предложенную в главе 2 методику расчета деформаций силовых элементов оконной ПВХ конструкции при климатических температурных воздействиях.

В четвертой главе автор, основываясь на выявленных в результате теоретических и экспериментальных исследованиях закономерностях, формулирует рекомендации по изменению конструктивных решений ПВХ окон для уменьшения величины их деформаций при климатических температурных воздействиях. Данные рекомендации не приводят к увеличению материалоемкости оконных конструкций.

В заключении формулируются основные результаты работы.

### **Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций достигается использованием базовых принципов теории упругости и строительной механики, а также проверкой на каждом этапе диссертационной работы полученных теоретических результатов путем проведения демонстрационных расчетов и сравнения их результатов с результатами численных или физических экспериментов.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций заключается в следующем:

1. Разработана модель напряженно-деформированного состояния светопрозрачных конструкций из ПВХ профилей с армирующим стальным

сердечником, учитывающая температурные климатические воздействия, взаимодействие ПВХ профилей и армирующих стальных сердечников, взаимодействие смежных ПВХ профилей (в узлах, через запорные механизмы, через упругие уплотнители), жесткость светопрозрачного заполнения, механическую работу монтажного шва.

2. Разработана методика расчета напряженно-деформированного состояния оконных конструкций из ПВХ профилей с армирующим стальным сердечником при климатических температурных воздействиях.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Теоретическая значимость работы заключается в результатах определения параметров температурного поля, действующего в поперечном сечении армированных ПВХ профилей при зимних условиях эксплуатации, в определении закономерностей распределения усилий, возникающих в точках крепления армирующего сердечника к ПВХ профилю, в получении общего аналитического описания напряженно-деформированного состояния элементов комбинации профилей, взаимодействующих через упругие уплотнители.

Практическая значимость работы заключается в создании инженерного метода расчета напряженно-деформированного состояния силовых элементов светопрозрачных конструкций из ПВХ профилей при климатических температурных нагрузках, а также в конкретных рекомендациях по совершенствованию конструктивных решений светопрозрачных ПВХ конструкций, которые приведут к снижению их деформаций от температурной нагрузки.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Представленные в работе научные положения, выводы и рекомендации являются обоснованными. Это подтверждается правильной постановкой целей и задач, необходимым объемом проанализированных научных и технических источников, корректностью проведения экспериментальных

исследований, правильностью и проверяемостью изложенных автором математических преобразований.

### **Замечания**

1. Эффективность решений по армированию ПВХ профилей будет еще выше на ограждающих светопрозрачных конструкциях больших серийных размеров, чем рассмотрено в работе, однако эти результаты не приведены.
2. Рассмотрено ограниченное число способов армирования ПВХ профилей.
3. По результатам работы рекомендуется оформить заявку на патент.

### **Заключение**

Диссертационная работа Аксёнова Ивана Сергеевича является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему «Напряженно-деформированное состояние светопрозрачных ограждающих конструкций из ПВХ профилей при климатических температурных воздействиях» отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Аксёнов Иван Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

### **Официальный оппонент:**

Кандидат технических наук, доцент,  
доцент Кафедры металлических  
конструкций и испытаний  
сооружений Казанского  
государственного архитектурно-  
строительного университета



Собственноручную подпись
<i>Г. Н. Шмелева</i>
удостоверяю
Начальник Отдела кадров
<i>Анна Захаровна</i>
« 20 » _____ г.

**Шмелев Геннадий Николаевич**

«13» марта 2024 г.

Адрес: 420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зеленая, 1

E-mail: gn.shmelev@mail.ru

Тел.: +7987296-32-31

Подпись Шмелева Г.Н. заверяю