

Утверждаю:

Проректор по научной работе
Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Российский университет дружбы народов»,
доктор философских наук, профессор,

Н.С. Кирабаев

2017 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации

**Федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования**

«Российский университет дружбы народов»

на диссертацию

Петренко Филиппа Игоревича

**«Расчет сетчатых оболочек отрицательной гауссовой кривизны с учетом
геометрической и физической нелинейности»,**
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.23.17 – Строительная механика

Актуальность темы диссертации. Диссертационная работа Петренко Филиппа Игоревича выполнена на актуальную для современной строительной отрасли тему, относящуюся к численным исследованиям деформирования и устойчивости сетчатых оболочек отрицательной гауссовой кривизны с учетом геометрической и физической нелинейности.

Разработка численных алгоритмов решения задач прочности и устойчивости сетчатых оболочек отрицательной гауссовой кривизны, учитывающие геометрическую и физическую нелинейность, в настоящее время весьма актуальны для решения широкого круга практических задач, связанных с проектированием структурных каркасов данной формы. В выполненной работе представлен анализ влияния формы образующей гиперболоида вращения на ее НДС, критические нагрузки, частоты собственных колебаний.

Вопросы разработки эффективных сетчатых оболочек на сегодняшний день являются актуальными не только в строительстве, но и во многих других отраслях промышленности: транспортной, машиностроительной и т.п.

Структура и содержание работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 185 наименований. Общий объем диссертации составляет 189 страниц, в текст включены 81 рисунок и 19 таблиц.

Во введении приведено обоснование актуальности выбранной темы диссертационной работы, сформулированы ее цели и задачи, а также основные положения, обосновывающие научную и практическую значимость выполненной работы и достоверность полученных результатов.

В первой главе приведен обзор существующих публикаций по теории и численным методам расчета сетчатых оболочек отрицательной гауссовой кривизны, а также по численным методам решения нелинейных задач. Представлена практическая значимость изучаемой тематики. Приведены примеры практической реализации изучаемых оболочек.

Во второй главе рассматриваются поверхности в форме гиперболического параболоида и однополостного гиперболоида, в частности гиперболоид вращения. В основе метода изучения выступает метод плоских сечений. Описаны основные свойства указанных поверхностей отрицательной гауссовой кривизны, в том числе свойство линейчатости каждой. В качестве основной предпосылки изучения формообразования исследуемых поверхностей выступает анализ прочности и устойчивости сетчатых гиперболоидов в зависимости от изменения формы образующей.

В третьей главе подробно описан и верифицирован вариационно-разностный метод решения задач пологих сетчатых оболочек, в частности гипаров с различной структурой сетки и граничными условиями. Метод, основанный на континуальной модели и процедуре продолжения решения по параметру, реализован на ЭВМ и позволяет решать задачи в линейной и геометрически нелинейной постановке.

В четвертой главе приводятся результаты исследования влияния формы поверхности и образующей однополостного гиперboloида на его несущую способность. Рассматриваются шесть каркасов с различными образующими, для которых приведены результаты расчётов в ПК Лира и вычислительном комплексе Ansys, где расчёты выполнялись с учетом геометрической и физической нелинейности. Построены кривые равновесных состояний при действии различных нагрузений на сетчатый гиперboloид. На основе построенных кривых выявлено влияние формы образующей на устойчивость однополостного сетчатого гиперboloида.

В заключении приводится перечень основных результатов, полученных в диссертационной работе. Сформулированные в диссертации выводы, полученные в результате выполненных численных исследований, обладают определенной научной новизной.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации. Содержание диссертации и сформулированные выводы соответствуют позициям паспорта специальности 05.23.17 – «Строительная механика». Содержание диссертации соответствует формуле специальности и посвящено разработке методики расчета сооружений и их элементов на прочность, устойчивость и колебания при силовых воздействиях, а также областям исследований по направлениям, указанным в пунктах 2 (Линейная и нелинейная механика конструкций и сооружений, разработка физико-математических моделей их расчета) и 4 (Численные методы расчета сооружений и их элементов) паспорта специальности.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации. В автореферате кратко, но с достаточной полнотой, в порядке, приведённом в диссертации, изложены основные положения её глав. Автору удалось в значительно сокращённом объёме текста и приведённых иллюстраций изложить основные результаты своей работы с обоснованием её значимости и практической ценности.

Личный вклад соискателя в получении результатов исследования состоит в разработке и численной реализации алгоритмов решения нелинейных задач теории пологих сетчатых оболочек на основе вариационно-разностного метода, выполнении расчетов сетчатых гиперboloидов вращения в геометрически и физически нелинейной постановке методом конечных элементов, анализе полученных результатов, участии в подготовке публикаций.

Степень достоверности результатов исследования подтверждена корректностью постановки задач в рамках теоретических предпосылок строительной механики, механики деформируемого твёрдого тела, построением корректных математических моделей, применением апробированных численных методов и использованием верифицированных программных комплексов, анализом результатов численного решения тестовых задач.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов.

В качестве теоретической значимости результатов работы следует выделить следующее: сформулированы геометрические соотношения для оболочек в нелинейной постановке с учетом деформаций поперечного сдвига; построен вариант функционала Лагранжа для континуальных моделей сетчатых оболочек с учетом сдвиговых деформаций в геометрически нелинейной постановке; разработан численный алгоритм решения нелинейной задачи на основе вариационно-разностного метода и метода продолжения по параметру, в качестве которого используется длина дуги кривой равновесных состояний (схемы Крисфилда и Рикса).

Практическая ценность диссертации заключается в анализе влияния различных форм образующих сетчатой оболочки в виде однополостного гиперboloида вращения. Полученный результат позволяет сформировать структуру, представляющую собой наиболее рациональную несущую систему.

Разработано программное обеспечение, позволяющее построить кривые равновесных состояний оболочек в форме пологого гиперболического параболоида при различных закреплениях.

Интеллектуальная собственность, созданная в процессе исследования, защищена следующим документом:

Св. 2015660251 Российская Федерация. Программа решения нелинейных задач теории пологих гипаров вариационно-разностным методом [Текст] / Трушин С.И., Петренко Ф.И.; заявитель Петренко Ф.И. – № 2015660251; заявл. 23.10.2015; рег. 25.19.2015.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Разработанное программное обеспечение для сетчатой оболочки в виде пологого гипара на основе вариационно-разностного метода позволяет на основе континуальной расчётной модели выполнить расчет пологой сетчатой оболочки в форме гиперболического параболоида с различными граничными условиями в геометрически нелинейной постановке. Результаты изучения влияния угла наклона и формы образующей дискретной сетчатой оболочки в виде однополостного гиперболоида вращения на её НДС, жёсткость и устойчивость, а также влияние на данные характеристики граничных условий, способствует эффективному конструированию каркасов с выбором наилучших форм.

Результаты диссертационной работы Петренко Ф.И. могут быть использованы в научно-исследовательских и проектных организациях (ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко, ЦНИИПСК им.Мельникова, ЦНИИПромзданий, Метрогипротранс и др.) при расчётах и проектировании конструкций в виде сетчатых оболочек отрицательной гауссовой кривизны.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1) Построен вариант функционала Лагранжа геометрически нелинейной теории сетчатых оболочек на основе континуальной модели с учетом деформаций поперечного сдвига.

2) Разработана методика расчета сетчатых гипаров в геометрически нелинейной постановке с использованием метода продолжения решения по параметру, в качестве которого принимается длина дуги кривой равновесных состояний.

3) Проведен анализ влияния морфологии сетчатого гиперboloида вращения на параметры НДС и устойчивость с учетом геометрической и физической нелинейности, а также частоты и формы свободных колебаний в линейной постановке.

4) Решены задачи структурной устойчивости сетчатых гиперboloидов вращения с различными видами каркасов при выключении из работы отдельных элементов в статической постановке.

Замечания по диссертационной работе. К недостаткам диссертационной работы можно отнести следующее:

1. Геометрия гиперboloидов вращения достаточно хорошо разработана и отражена в геометрической и технической литературе, поэтому достаточно было привести необходимые результаты, используемые далее в диссертации. В тоже время, уравнений поверхностей для с образующими прямыми различного наклона нужно было получить для произвольных параметров общего типа: высота отсека радиус направляющей окружности, угол наклона образующей прямой, а не задаваясь конкретными параметрами. При переходе от уравнения с частными параметрами к общему уравнению могут быть получены некорректные результаты.

2. При расчете пологой сетчатой оболочки в форме гиперболического параболоида приведены результаты расчета только по перемещениям. Результаты расчета напряжений не приводятся. Это не позволяет полностью оценить точность результатов расчета.

Заключение по диссертации о соответствии её требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»

Диссертация Петренко Филиппа Игоревича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач расчета на прочность и устойчивость сетчатых оболочек отрицательной гауссовой кривизны с учетом геометрической и физической нелинейности на основе разработанных автором численных алгоритмов, сочетающих вариационно-разностный метод и метод продолжения

по параметру, а также с использованием вычислительных комплексов на основе метода конечных элементов, имеющих существенное значение для развития теории и численных методов расчета нелинейно деформируемых сетчатых оболочечных конструкций, что соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика.

Заключение рассмотрено на заседании департамента Архитектуры и строительства Инженерной академии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» 22.06.17, протокол № 2021-11-04/09.

Директор департамента
Архитектуры и строительства Инженерной академии
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»,

д.т.н., доцент



Галишникова В.В.

28.08.2017

Заключение составлено:

Иванов Вячеслав Николаевич, доктор технических наук,
профессор, профессор департамента
Архитектуры и строительства Инженерной академии
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»,

диссертация защищена по специальности
05.23.17 – Строительная механика.

117463, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

Тел. (495)-955-07-49,
E-mail: i.v.ivn@mail.ru

подпись



Иванов В.Н.