

## **ОТЗЫВ**

### **официального оппонента на диссертацию**

*Тупиковой Евгении Михайловны*

«Анализ напряженно–деформированного состояния тонкой упругой оболочки в форме длинного косоугольного геликоида», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – строительная механика

### **Актуальность избранной темы**

В технике геликоидальные оболочки применяются очень широко, в том числе в современной архитектуре гражданских и промышленных зданий, а также в машиностроении.

В диссертации Тупиковой Е.М. произведено исследование оболочек в форме косоугольного геликоида. Уравнения косоугольного геликоида могут быть получены только в несопряженной неортогональной системе координат, их основные квадратичные формы имеют значительно более сложный вид по сравнению с аналогичными соотношениями для оболочек в сопряженных и/или ортогональных системах координат. В частности этим объясняется малое количество работ, посвященных расчету оболочек в форме косоугольных геликоидов.

Таким образом, избранная тема диссертации *Тупиковой Евгении Михайловны* является *актуальной*.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Автор корректно использует научные методы и обосновывает полученные выводы и рекомендации. В работе рассмотрены и проанализированы достижения отечественных и зарубежных ученых в

области строительной механики (теория оболочек, теория упругости, метод конечных элементов).

*Обоснованность* полученных автором результатов подтверждается корректным использованием метода конечных элементов в перемещениях, и корректным применением математической системы Maple 17 для расчетов по авторской методике.

### **Достоверность и новизна полученных результатов**

*Достоверность* результатов основана на корректной математической постановке решаемых задач и адекватном применении расчетных математических моделей. Автором произведены тестовые расчеты задач, аналогичных решенным в более ранних работах других авторов иными методами, частных случаев (как, например, расчет хорошо изученного прямого геликоида как частного случая косоугольного). В ходе численных экспериментов также были произведены расчеты по методу конечных элементов в расчетном комплексе ANSYS 15, и они сравнивались с результатами по численно-аналитической методике.

*Научная новизна* работы заключается в следующем:

–Получены геометрические и физические соотношения теории тонких упругих оболочек в постановке А.Л. Гольденвейзера для случая длинного косоугольного геликоида в косоугольной несопряженной системе координат;

–Получена система уравнений равновесия линейной моментной теории оболочек для случая длинного косоугольного геликоида в двух вариантах – для пологой и непологой оболочки, и из нее выведена система трех обыкновенных дифференциальных уравнений в перемещениях;

–На основе метода Рунге-Кутты в математической системе Maple 17 составлен алгоритм численного решения трех разрешающих уравнений в перемещениях;

–Проведены численные эксперименты по оценке влияния геометрических параметров исследуемых оболочек на их напряженно–деформированное состояние;

–При проведении численных экспериментов выявлена граница применения теорий пологих и непологих оболочки.

– Проанализирована методика аналитического расчета тонких упругих пологих оболочек в форме длинного косоугольного геликоида В.Г. Рекача, сделаны критические выводы о сомнительности некоторых ее предпосылок, как то: 1) использование произвольных функций согласно технической теории оболочек В.З. Власова, выведенной только для сопряженных систем, 2) пренебрежение компонентой деформации кручения.

### **Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов**

1. Разработанная на основе моментной теории методика расчета напряженно–деформированного состояния тонких упругих оболочек в форме длинного косоугольного геликоида на действие статических нагрузок в двух вариантах – для пологих и непологих оболочек, может быть использована в практических инженерных расчетах и научных исследованиях оболочек изучаемого типа.

2. Алгоритмы, составленные на основе предложенной теории для оценки напряженно–деформированного состояния пологих и непологих тонких упругих оболочек в форме длинного косоугольного геликоида, могут быть использованы при разработке нового программного обеспечения для научных целей, учебных работ, а также, при некотором усовершенствовании и создании пользовательского интерфейса, для практических расчетов.

3. Результаты, выводы и рекомендации диссертационной работы предполагается использовать также в учебном процессе.

### **Оценка содержания диссертации, её завершенность**

Содержание диссертации обладает последовательностью, логичностью и соответствует поставленным задачам исследования. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, содержащего 138 наименований, и приложений. Общий ее объем составляет 163 страницы и включает 66 рисунков, 3 таблицы.

**В введении** в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 приведены актуальность и степень разработанности темы исследования, сформулированы цели и задачи работы, отмечена научная новизна и практическая значимость полученных результатов, а также изложены основные положения, которые выносятся на защиту.

**В первой главе** выполнен обзор литературных источников по теме диссертации и анализ состояния проблемы, на основе которого определены цель и задачи исследования.

**Во второй главе** на основе соотношений линейной теории тонких упругих оболочек в постановке А.Л. Гольденвейзера выведены формулы физических и геометрических соотношений моментной теории для оболочки в форме длинного косоугольного геликоида в несопряженной неортогональной системе координат. Здесь использованы «псевдоусилия» и «псевдомоменты», (не совпадающие с усилиями и моментами, общепринятыми в инженерной практике), т.е. внутренние силовые факторы разлагаются по осям, совпадающим с касательными векторами к координатным линиям  $u$  и  $v$ .

Предложена численно–аналитическая методика расчета на основе решения уравнений в перемещениях, рассчитаны конкретные числовые примеры, произведено сравнение с результатами, полученными по методу конечных элементов. Установлено, что теория пологих оболочек применима при угле наклона прямых образующих менее  $10^\circ$ .

**В третьей главе** производится исследование методики аналитического расчета напряженно-деформированного состояния косоугольного геликоида, предложенного В.Г. Рекачем. Данная методика, изложенная в теоретических

статьях и монографиях, не нашла апробации ни в одном практическом расчете или числовом примере. Выявлена ошибка в корнях основного уравнения методики, подвергнуты критике некоторые теоретические предпосылки. Автором произведена попытка скорректировать методику, в итоге получена система уравнений, не имеющая аналитического решения. Выяснено, что методика В.Г. Рекача разработана только для очень пологих оболочек с малым шагом, когда геликоид практически вырождается в конус или даже пластину. Таким оболочкам трудно найти применение в технике, и, скорее всего, их более целесообразно рассчитывать как конические оболочки или пластины.

**В четвертой главе** приводится сравнение результатов, полученных по методике, разработанной в главе 2, с результатами, полученными другими методами, в том числе с аналитическими, полуаналитическими и численными решениями аналогичных задач. В частности, приведены численные эксперименты по расчету косых геликоидальных оболочек в программном комплексе ANSYS 15, как пример численного решения. Для сравнения с аналитическим решением взяты расчеты прямого геликоида (как частного случая косого), полученные аналитическим методом по методике с отличными от настоящей расчетными предпосылками. Выявлено близкое совпадение результатов.

В рамках поставленных и решенных в диссертации задач исследование можно считать завершённым.

#### **Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования**

Диссертация заслуживает положительной оценки, так как выполнена на актуальную тему, содержит подробный обзор работ по теме исследования. Затронутые в диссертации вопросы глубоко проработаны, научные положения обоснованы, изложены ясно и последовательно. В конце каждого раздела диссертации приводятся выводы, обобщающие изложенные

материалы и результаты исследования. В заключении сформулированы основные выводы по работе и представлены перспективы дальнейшего исследования.

Положительно оценивая работу в целом, следует сделать некоторые *замечания* по содержанию диссертации:

1. В обзоре литературы (глава 1) приведена избыточная информация о литературных источниках по исследованиям подвидов оболочек, не относящихся непосредственно к теме диссертации.

2. Во второй главе приведена система расчетных уравнений линейной теории тонких упругих оболочек в постановке С.Н. Кривошапко (в усилиях, общепринятых в инженерной практике), которая далее при расчетах нигде не используется (все расчеты далее ведутся в постановке А.Л. Гольденвейзера).

3. В численных экспериментах для проверки результатов (гл.2) сравнивается только величина прогиба.

5. На стр. 128 (глава 4) плохо видны подписи линий на эпюрах.

Отмеченные недостатки не снижают качества исследования и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования.

### **Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат соответствует тексту диссертации и последовательности изложения материала в диссертации. Содержание автореферата отражает основные положения диссертации.

### **Соответствие диссертации и автореферата требованиям**

#### **ГОСТ Р 7.0.11-2011**

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому

делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». М.: Стандартинформ. – 2012.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным  
«Положение о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14**

Диссертация *Тупиковой Евгении Михайловны* «Анализ напряженно-деформированного состояния тонкой упругой оболочки в форме длинного косоугольного геликоида», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – строительная механика соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»:

– по пункту 10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. Диссертация содержит рекомендации по использованию научных выводов, а предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями и экспериментальными данными;

– по пункту 11 – основные научные результаты диссертации опубликованы автором в четырех рецензируемых научных изданиях;

– по пункту 14 – в диссертации соискатель надлежащим образом ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов. Все публикации по теме диссертации написаны автором единолично.

**Заключение о соответствии диссертации критериям,  
установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по  
пункту 9**

Диссертация *Тупиковой Евгении Михайловны* на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно–квалификационной работой, в которой содержится решение задачи определения напряженно–деформированного состояния тонкой упругой оболочки в форме длинного косо го геликоида. Работа имеет существенное значение для развития строительной механики оболочек сложных нетрадиционных форм.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, *Тупикова Евгения Михайловна*, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика.

Официальный оппонент,

д. т. н., проф. Зверяев Евгений Михайлович,

05.23.17 – строительная механика,

Россия, 125047, г. Москва, Миусская площадь, д. 4

Тел.: +7 (499) 978-13-14, E-mail: zveriaev@mail.ru

ФГУ ФИЦ Институт прикладной математики им.

М.В. Келдыша РАН, ведущий научный сотрудник



Е.М. Зверяев

Подпись д. т. н, проф. Зверяева Е. М. удостоверяю

Ученый секретарь Института прикладной

математики им. М.В. Келдыша РАН, к.ф.-м.н.



А.И. Маслов



## ОТЗЫВ

официального оппонента Голышева Александра Ивановича на диссертацию Тупиковой Евгении Михайловны на соискание степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика на тему:

«Анализ напряженно-деформированного состояния тонкой упругой оболочки в форме длинного косоугольного геликоида»

### Общая характеристика работы

Диссертация состоит из Введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Основной текст работы изложен на 138 страницах, содержит 66 рисунков, 3 таблицы. Список используемой литературы включает 138 наименований. Объем 2 приложений составляет 25 страниц.

Во **Введении** в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 автор:

- характеризует сферы применения зданий, сооружений, элементов конструкций, для которых можно использовать расчетную схему в виде различного вида геликоидов и винтовых оболочек,
- обосновывает актуальность темы диссертации и практическое значение полученных результатов,
- определяет цель исследования и выделяет задачи, которые должны быть решены для достижения поставленной цели,
- указывает основные гипотезы и модели, положенные в основу разработанных методик, и высокую степень разработанности темы
- дает характеристику личного вклада в разработку темы,
- описывает математические методы и программные продукты, которые использовались в исследовании,
- обосновывает научную новизну и достоверность полученных результатов,

- указывает, что основное содержание диссертации опубликовано в 6 публикациях, из которых 4 – четыре – в рецензируемых изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК РФ,

- приводит названия 4-х научных конференций и других научно-технических форумов, на которых предлагаемые автором модели, методы расчета, алгоритмы и результаты исследований, выносимые автором на защиту, прошли обсуждение и апробацию

- указывает положения, которые выносятся на защиту

#### **Замечания:**

1) На с. 6 второй абзац снизу среди инновационных технологий указано торкретирование, хотя в гидротехническом и подземном строительстве оно применяется уже более ста лет (машина и процесс представлены в 1910 г., а запатентованы в США в 1911г).

2) Библиографическое описание работ автора, в которых опубликовано основное содержание работы, непосредственно в диссертации не приведено, а дается только в автореферате.

3) При обосновании достоверности результатов указывается, что «для решения уравнений применяются численные методы Рунге-Кутты, для проверочных расчетов используется метод конечных элементов».

Но в главе 2 отмечено: «Следует учитывать, что сравнение результатов может быть лишь приближенным, для ориентировочной проверки достоверности результатов, поскольку система координат полуаналитического метода и МКЭ в реализации ЛИРА 9.6 не идентичны.»

#### **Не совсем ясно что чем проверяется?**

В Главе 1 приводится классификация геликоидов и других линейчатых поверхностей и анализ литературных источников, посвященных расчетам линейчатых оболочек. Указывается различие между использованными разными авторами системами координат, методами, гипотезами, подходами к составлению уравнений, описывающих статическую работу таких оболочек, формулировками граничных условий, видами нагружения. В результате

анализа выявлены недостатки некоторых подходов, а также подходы, примененные к составлению расчетных уравнений, не позволяющие получить нетривиальное решение (проф. Рекач В.Г.).

Значительное место уделено применению геликоидов в различных отраслях техники и строительства.

#### **Дополнения:**

1) Геликоиды предлагается использовать в качестве движителей или элементов движителей транспортных средств. Например: «повозки» с шнекороторными движителями известны еще с конца 60-х годов 19-го века. В нашей стране такую "землерубку" запатентовали в 1900 году. В литературе отмечается, шнекоходы – идеальные транспортные средства для покорения бездорожья. На Рис.1 изображен аппарат ЗиЛ-4904, созданный в 1972 году<sup>1</sup>. Однако из-за малой скорости от продолжения работ отказались

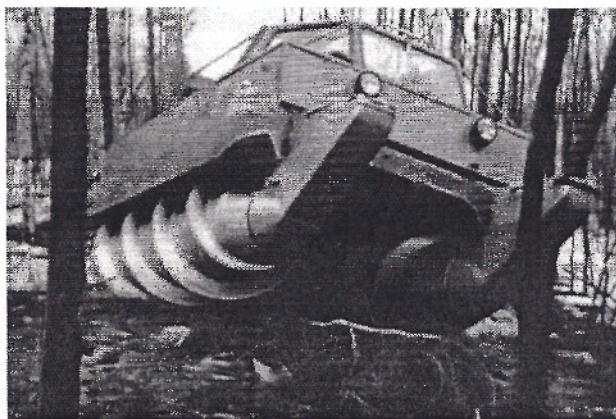


Рис.1

3) в разделе: *Влияние винтовой лопасти на изгибную жесткость шнека* следовало бы указать на весьма редкое экспериментальное исследование черноргорских специалистов<sup>2</sup> работы шнека под внутренним давлением (Рис.2):

---

<sup>1</sup> Жуков, П. Самые крутые вездеходы Советского Союза [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://linkis.com/uZNIIV>

<sup>2</sup> Savićević S., Janjić M., Vukčević M., Šibalić N.. STRESS RESEARCH OF HELICOIDAL SHELL SHAPE ELEMENTS. [Электронный ресурс] / Savićević S., Janjić M., Vukčević M., Šibalić N. // MACHINES, TECHNOLOGIES, MATERIALS. ISSN 1313-0226. ISSUE 10/2013 – Режим доступа: [http://www.mech-ing.com/journal/Archive/2013/10/42\\_Savicevic\\_mtm13.pdf](http://www.mech-ing.com/journal/Archive/2013/10/42_Savicevic_mtm13.pdf)



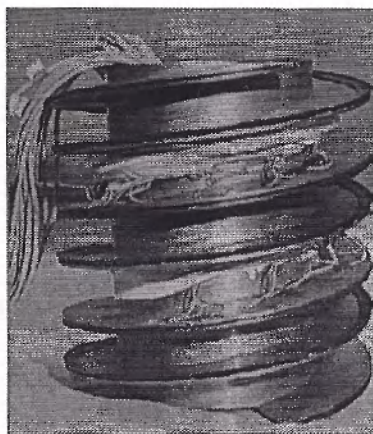


Рис.2

4) Наряду с Дворцом Воды и Света (Нерви, см.Рис. 3 ) следовало бы указать и современные реализации спиралевидных зданий<sup>3</sup> (Рис. 4 - 8):

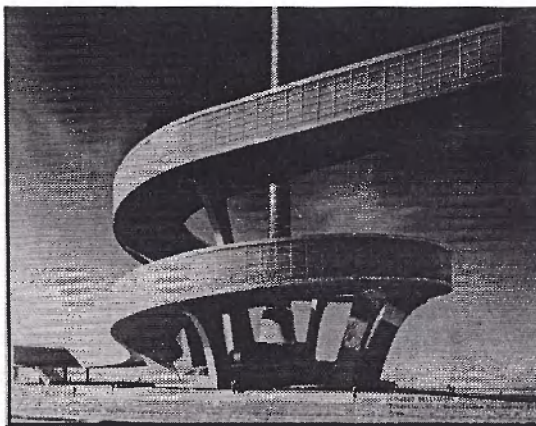


Рис. 3 . Дворец Воды и Света (автор: Нерви П.)



.Рис. 4 . Небоскреб Тао Zhu Yin Yuan (Тайбэй, Тайвань)

---

<sup>3</sup> 13 самых удивительных витых небоскребов в мире [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.vestifinance.ru/articles/79045> (Проверено: 16.12.2016 16:06)



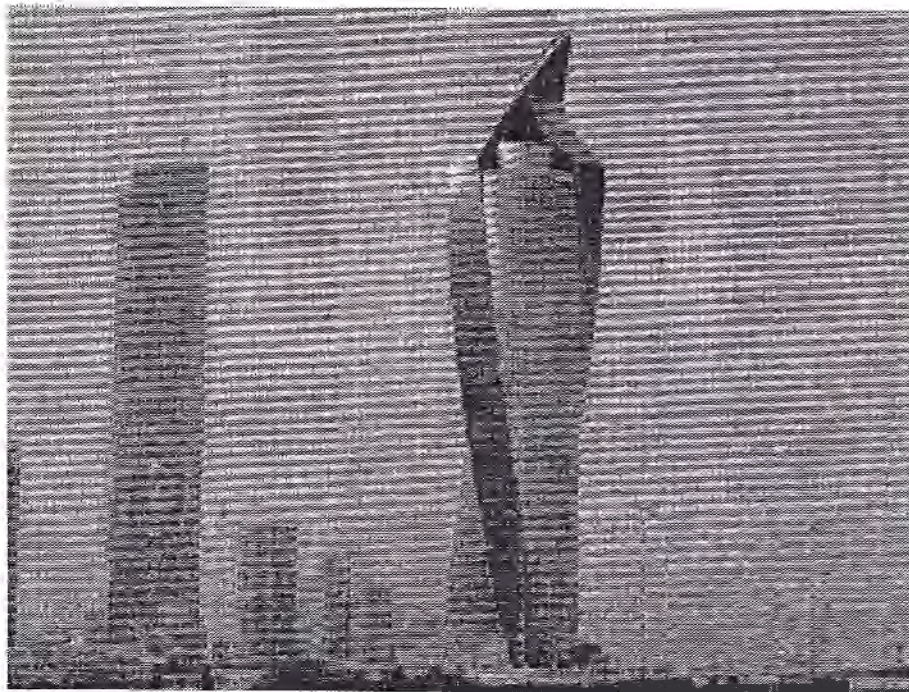


Рис.5. Al Tijaria Tower (Кувейт)

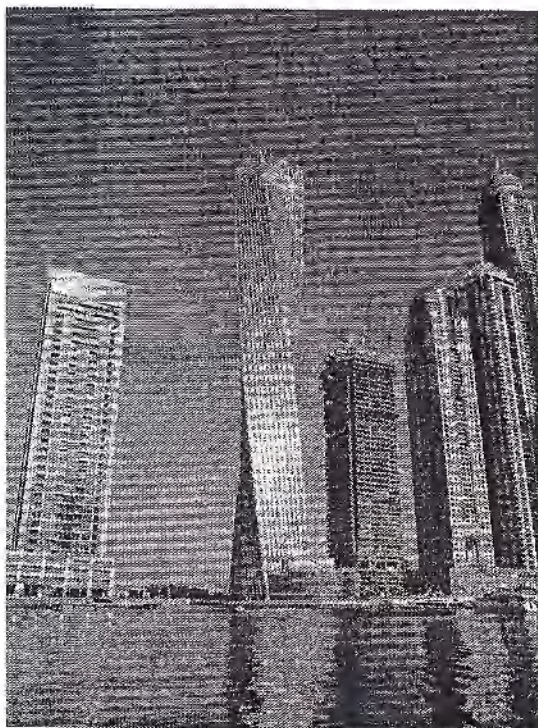


Рис. 6 .Cayan Tower (Дубай, ОАЭ)

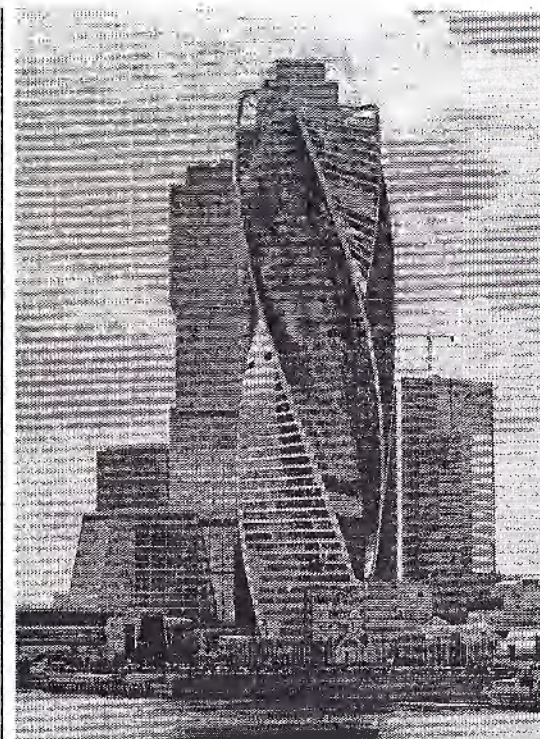


Рис. 7 . Башня "Эволюция" (Москва)





Рис. 8 .Grove at Grand Bay (Майями, США )

В Главе 2 автор приводит исходные уравнения тонких оболочек А.Л. Гольденвейзера и систему «технической» теории С.Н.Кривошапко. На их основе проводится вывод физических уравнений (выражения усилий и моментов через деформации в соответствии с законом Гука), и геометрических уравнений, из которых получаются система трех разрешающих дифференциальных уравнений как для пологой, так и не пологой линейчатой оболочки как малой, так и большой длины.

**Замечания:**

1) Стр.60 указывается: «Примем верным предположение  $S_1=S_2$ », а в п.2.5 принимается  $S_1=-S_2$ .

2) С.61 при выводе формул (2.4.9) автор пренебрегает производными вдоль направления направляющей, однако критерий «длинности» оболочки — когда это можно сделать, - наличие большого числа витков сформулирован не совсем четко. Очевидно, что важно не только количество витков, но и отношение ширины витка к радиусу, а, возможно, и характер закреплений.

4) На С.49 абзац 1, очевидно, содержит опечатку:

«Тонкими считаются оболочки, у которых отношение стрелы подъема  $h$  к пролету в плане  $l$  менее  $1/20$ ». Очевидно (и это следует из дальнейших выкладок), следует читать «толщина»

5) На с.50 указывается, что: Относительное преимущество несопряженных систем связано с тем, что они наиболее естественны для задания поверхности, в то время как не всегда просто отыскать сеть главных кривизн поверхности и не всегда удобно ею пользоваться для задания нагрузок, закреплений и постановки граничных условий.

А на с.7 отмечается, что «Таким образом, ни в одной из известных работ не построена и не реализована в расчетной методике моментная теория расчета тонких упругих оболочек в форме косоугольного геликоида в несопряженной неортогональной системе координат, наиболее естественной для постановки граничных условий и задания нагрузок.

Возникает вопрос, какой смысл имеет понятие «естественность».

**Глава 3** посвящена анализу метода проф.Рекача В.Г., основанному на теории пологих оболочек В.З.Власова, и обсуждению причин, почему она не была реализована на практике. В частности, автор показала, что имеется ошибка в корнях основного уравнения и что нельзя пренебрегать деформациями кручения элементов в плоскости, параллельной срединной, и предприняла попытку модифицировать метод, который предложил проф. В.Г.Рекач. Кроме того отмечено, что при формулировке граничных условий некоторые факторы не совсем обосновано в оригинальном методе обнуляются и гипотезы, положенные в основу метода расчета пологих оболочек В.З.Власова не применимы к рассматриваемым задачам.

#### **Замечания:**

1) В целом попытка удалась - исключены тривиальные решения, однако либо полученные уравнения не корректны, либо на Рис.3.4.2. перепутаны моменты в продольном и поперечном направлениях ( $v$  и  $u$ ).



2) Не сформулированы критерии, когда лучше применять модифицированный метод проф. В.Г.Рекача, а когда – предложенный автором.

3) В приведенных примерах использования модифицированной автором методики В.Г.Рекача не указывается для какого сечения приводятся эпюры, а это достаточно существенно, поскольку на незакрепленных краях, очевидно, продольные изгибающие моменты должны быть равны нулю.

**Глава 4** посвящена рассмотрению примеров расчета косой геликоидальной оболочки при помощи разных методов расчета: МКЭ и разработанных автором, и сравнению полученных результатов.

При использовании МКЭ (комплекс ANSYS) автор разработала процедуру разбиения на конечные элементы, реализовав ее на встроенном языке программирования.

Проведено параметрическое исследование влияния шага подъема оболочки. Выявлены пределы, когда расчет косоугольного геликоида можно вести по схеме пологой оболочки, а когда приходится использовать непологую математическую модель.

Установлено, что для пологой оболочки некоторые величины (имеющие небольшие значения), полученные разработанным автором методом и МКЭ имеют близкие значения, иные же из-за различия физического смысла оказалось сравнить достаточно сложно, но качественная картина похожая.

Установлены в частных случаях при каком размере КЭ решение является устойчивым.

#### **Замечания:**

1) **Пример 4.4.** Вызывает сомнение эпюра изгибающего момента  $M_{\alpha}$ : возможно на рис. 4.4.4. Опечатка? (см.Рис.9.)



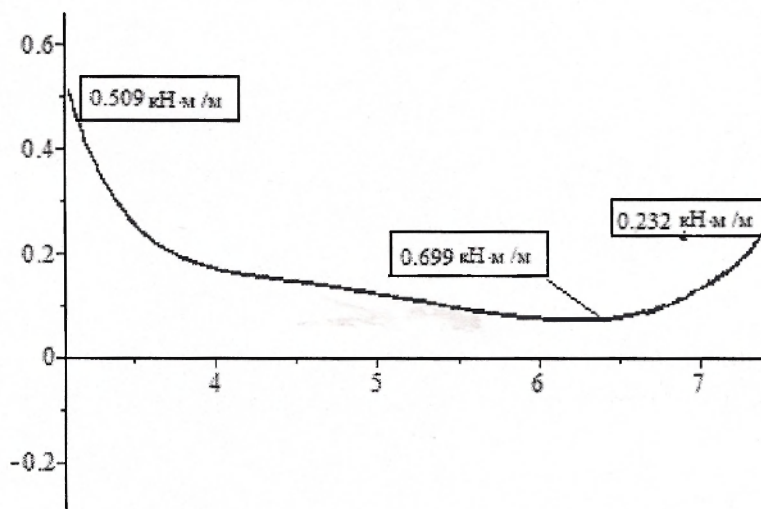


Рис.9

Вообще интересный парадокс – вдоль заделанного края возникает изгибающий момент, а изгиба – т.е. изменения кривизны, не возникает, т.к. имеется заделка, которая устраняет все перемещения. Очевидно, что изгибающие моменты в заделках на площадках, параллельных образующим, должны бы компенсироваться крутящими моментами, действующими на перпендикулярных им площадках, но они не равны друг другу.

2) Приведенные примеры вряд ли можно отнести к разряду «длинных оболочек», поскольку оболочки имеют 1 оборот или еще меньше.

3) Не исследован вопрос о протяженности части оболочки, где влияние (точнее говоря – отсутствие влияния) свободных краев заканчивается и становятся справедливыми полученные результаты.

На основании рассмотрения текста диссертации Е.М.Тупиковой можно сделать следующие выводы:

### **Актуальность избранной темы**

Тонкостенные оболочки в форме линейчатых геликоидов широко используются в строительстве и машиностроении.

Работа посвящена исследованию оболочек в форме косоугольного геликоида, как менее изученных по сравнению с другими видами линейчатых геликоидальных оболочек. Известны параметрические уравнения косоугольного

геликоида только в несопряженной неортогональной системе координат, квадратичные формы этой поверхности, а следовательно, геометрические и физические соотношения теории оболочек, а также уравнения равновесия имеют большой объем по сравнению с соотношениями для оболочек в форме тех поверхностей, уравнения которых могут быть получены в сопряженной и/или ортогональной системе.

Таким образом, избранная тема диссертации *Тупиковой Евгении Михайловны* является *актуальной*.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Автор корректно использует научные методы и апробированные гипотезы, и обосновывает выводы и рекомендации. В работе рассмотрены и проанализированы достижения отечественных и зарубежных ученых в области строительной механики (теория оболочек, теория упругости, метод конечных элементов).

*Обоснованность* полученных автором результатов подтверждается корректным использованием метода конечных элементов в перемещениях с применением в исследованиях хорошо известного и апробированного конечноэлементного программного комплекса ANSYS 15, и применением математического пакета Maple 17 для расчетов по авторской методике.

### **Достоверность полученных результатов**

*Достоверность* результатов основана на корректной математической постановке решаемых задач и адекватном применении расчетных математических моделей. Оценка достоверности производилась при помощи сравнения конкретных примеров, выполненных авторским методом и методом конечных элементов при помощи программ ANSYS 15 и ЛИРА 9.6, а также сравнением частных случаев с точными аналитическими решениями, полученными в других работах.

### **Научная новизна результатов диссертации:**

Научная новизна работы заключается в построении моментной теории расчета тонкой упругой оболочки в форме длинного косоугольного геликоида, в частности:

- Получены геометрические соотношения теории тонких упругих оболочек для случая длинного косоугольного геликоида в двух вариантах - для пологой и непологой модели;

- Получены физические соотношения теории тонких упругих оболочек для случая длинного косоугольного геликоида в двух вариантах - для пологой и непологой модели;

- Получена система уравнений равновесия моментной теории оболочек для случая длинного косоугольного геликоида в двух вариантах - для пологой и непологой модели, и из нее выведена система трех обыкновенных дифференциальных уравнений в перемещениях;

- На основе метода Рунге-Кутты в математической системе Maple 17 получено численное решение результирующих систем разрешающих уравнений равновесия моментной теории оболочек для случая длинного косоугольного геликоида модели. На основе функций перемещений построены алгоритмы нахождения внутренних силовых факторов;

- Проведено параметрическое исследование влияния некоторых геометрических параметров тонких длинных косоугольных геликоидальных оболочек на напряженно-деформированное состояние тонкой упругой оболочки по разработанной автором численно-аналитической методике,

- При проведении численных экспериментов выявлена граница применения пологой и непологой модели.

Также научная новизна заключается в анализе предложенной проф. Рекачем В.Г. методики расчета пологих длинных геликоидальных оболочек, в которой обнаружены некорректные предпосылки: 1) использование произвольных функций согласно технической теории пологих тонких упругих оболочек В.З. Власова, пригодных только для сопряженных систем, является некорректным, так как система координат косоугольного геликоида



в поставленной задаче не является сопряженной; 2) Выполненные численные эксперименты показали, что пренебрежение компонентой деформации кручения  $\epsilon_{\theta}$  не корректно, так как приводит к тривиальному решению.

### **Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов**

В работе построена методика расчета напряженно-деформированного состояния тонкой упругой оболочки в форме длинного косоугольного геликоида, в том числе:

1. Разработанная на основе моментной теории методика статического расчета напряженно-деформированного состояния тонких упругих оболочек в форме длинного косоугольного геликоида в двух вариантах – для пологих и непологих оболочек может быть использована в практических инженерных расчетах и научных исследованиях.

2. Алгоритмы, разработанные на основе предложенной методики расчета напряженно-деформированного состояния пологих и непологих тонких упругих оболочек в форме длинного косоугольного геликоида, могут быть использованы при создании нового программного обеспечения для научных и учебных целей, а при доработке интерфейса – и в практике проектирования.

3. Разработанный программный алгоритм расчета напряженно-деформированного состояния тонких упругих оболочек в форме пологого длинного косоугольного геликоида в несопряженной ортогональной системе координат может быть применен к приближенному анализу напряженно-деформированного состояния пологих тонких упругих оболочек в форме длинного косоугольного геликоида с малым шагом винта.

### **Оценка содержания диссертации, её завершенность**

Содержание диссертации обладает последовательностью, логичностью и соответствует поставленным задачам исследования. В результате разработана теория расчета тонких длинных пологих геликоидальных оболочек, а также модифицированная автором методика, предложенная

проф. В.Г.Рекачем. Установлено, что ее применение не приводит к аналитическому решению. На основе разработанной методики и программ решено несколько примеров и проведено параметрическое исследование влияния некоторых параметров оболочки на ее напряженно-деформированное состояние.

В рамках поставленных и решенных в диссертации задач исследование можно считать завершенным.

### **Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования**

Диссертация заслуживает положительной оценки, так как выполнена на актуальную тему, содержит подробный обзор работ по теме исследования. Затронутые в диссертации вопросы глубоко проработаны, научные положения обоснованы, изложены ясно и последовательно. В конце каждого раздела диссертации приводятся выводы, обобщающие изложенные материалы и результаты исследования. В заключении сформулированы основные выводы по работе и представлены перспективы дальнейшего исследования.

Не смотря на приведенные выше замечания, следует положительно оценить сделанную автором работу, отметить, что соискатель освоил и практически использовал сложные программные комплексы, овладел методикой проведения научных исследований и оценки их результатов.

Отмеченные выше недостатки имеют в основном технический характер, не снижают качество исследования и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования.

### **Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат отражает структуру диссертации и соответствует основному ее содержанию.

### **Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011**

Диссертация и автореферат в целом соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и

издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». М.: Стандартинформ. – 2012.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным  
«Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14**

Диссертация *Тупиковой Евгении Михайловны* на тему: «Анализ напряженно-деформированного состояния тонкой упругой оболочки в форме длинного косоугольного геликоида» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»:

– по пункту 10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. Диссертация содержит рекомендации по использованию научных выводов, а предложенные автором решения аргументированы и значимы по сравнению с другими известными решениями и экспериментальными данными;

– по пункту 11 – основные научные результаты диссертации опубликованы автором в четырех рецензируемых научных изданиях;

– по пункту 14 – в диссертации соискатель надлежащим образом ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов.

**Заключение о соответствии диссертации критериям п.9**

**«Положением о присуждении ученых степеней»**

Диссертация *Тупиковой Евгении Михайловны* на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач исследования напряженно-деформированных состояний геликоидальных оболочек. Работа имеет существенное значение для развития строительной механики упругих тонкостенных указанного типа.



Диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, *Тушикова Евгения Михайловна*, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика.

**Официальный оппонент,** кандидат технических наук, доцент,

Гольшев Александр Иванович,

05.23.17 – строительная механика,

почтовый адрес: Россия, 127550, г. Москва, Тимирязевская ул., 49.

Телефон: +7(499) 976-33-44.

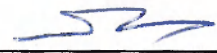
E-mail: aigolyshev@mail.ru

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Российский государственный аграрный университет –

МСХА им. К.А. Тимирязева»,

профессор кафедры инженерных конструкций



А.И. Гольшев «21» декабря 2016 г.



Подпись Гольшева Александра Ивановича удостоверяю:

Начальник отдела  
по работе с персоналом  
Управления кадров



Н.И. НОВИКОВА

21.12.2016г