

## Новый трубопровод для космической техники, авиации и земных условий

Научный руководитель – Скворцова Анастасия Андреевна

*Драцкая Альбина Ивановна*

*Абитуриент*

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),  
Москва, Россия

*E-mail: dratskayaa@yandex.com*

Видеоролик о работе: <https://youtu.be/MZU5Mqvgvsc>

Пятый год я изучаю ячейку Штейнера. Работа началась с изучения мыльных плёнок. Плоская ячейка Штейнера - это линия, которая самым коротким способом соединяет четыре вершины квадрата. В ней пять отрезков и два перекрёстка, как говорил Штейнер. Мне удалось решить новую математическую задачу о соединении восьми вершин куба самой короткой линией и получить результат мировой новизны - это линия из 13 отрезков, которую я назвала объёмной ячейкой Штейнера. Ячейки Штейнера хорошо видны на мыльных плёнках, натянутых на кубический проволочный каркас. В прошлом году я начала изучать свойства плоской ячейки Штейнера и доказала анизотропию жёсткости. Свойство анизотропии можно применить для создания нового лёгкого и прочного композиционного материала. В этой работе я продолжаю изучать свойства и применение плоской ячейки Штейнера. Я вижу три новых важных применения полученных результатов. Сейчас расскажу только о первом.

Цель этой работы - создание самой лёгкой и дешёвой трубы, по которой можно перекачать четыре жидкости или газа без перемешивания. Такая труба нужна для космических аппаратов и самолётов, потому что там всегда требуются самые лёгкие материалы. Особенно это нужно для больших космических станций, где применяется множество трубопроводов для перекачивания различных жидкостей и газов. Моя труба позволяет заменить сразу четыре трубопровода. При этом она становится легче, экономится материал трубы и экономятся деньги. Это четыре трубы, расположенные в одной трубе. В этой статье я расскажу, как в новой трубе экономится не только материал, но и деньги на известном примере. Идея работы появилась после экскурсии на склад проката чёрного металла. Там есть трубы для газопроводов. Я прочитала о газопроводе «Северный поток». Его длина 1224 км. В нём две трубы диаметром 1220 мм. В газопроводе толстые трубы от 27 мм до 41 мм, но таких я не видела. Я видела трубы толщиной 12 мм и решила сделать расчёты для них, а потом экономию материала умножить на 2 или на 3. Я нашла цену трубы толщиной 12 мм, она равна приблизительно 20000 руб./м. Это исходные данные для моих расчётов. Материал для такого газопровода даже из тонких труб стоит  $1224\text{км} \cdot 1000\text{м} \cdot 20000\text{руб./м}^2 = 48,96\text{млрд.руб.}$ . Почти 50 млрд.руб. Нельзя ли сделать дешевле? Это цель моей работы.

Я показала, как с помощью математики можно решить эту задачу [1,2,3,4].

Вместо двух труб можно применить одну с перегородкой внутри. Я вычислила отношение периметра старой конструкции к новой  $P1/P2=1,08$ . Перегородка в большой трубе экономит материал в 1,08 раза по сравнению с двумя трубами. Это экономия  $48,96\text{млрд.руб.} \cdot 1,08 = 3,63\text{млрд.руб.}$  Я думаю, что есть вариант ещё дешевле. Его я наблюдала, когда изучала мыльные пузыри и когда общалась со студентами на конференциях. Этот вариант похож на два слипшихся мыльных пузыря, но их я пока не умею рассчитывать. В этой работе я изучаю не две трубы, не три, а четыре. Я хочу заменить четыре трубы

одной с диаметром  $2D$ . Площадь поперечного сечения не изменится. Первый вариант экономии - это поставить перегородку-крестик внутри большой трубы. Я доказала, что эта труба легче и дешевле четырёх труб в 1,22 раза. На газопроводе «Северный поток» экономия денег на материале была бы равна  $48,96 \text{ млрд. руб.} - 48,96 \text{ млрд. руб.} / 1,22 = 8,83 \text{ млрд. руб.}$ . Я знаю вариант ещё дешевле. Внутри трубы надо установить перегородку не в виде крестика, а в виде ячейки Штейнера. Ячейка Штейнера, или жучок Штейнера, - это линия из пяти отрезков с двумя перекрёстками, которая самым коротким способом соединяет четыре вершины квадрата. Если сторона квадрата равна  $a$ , то длина линии Штейнера равна  $2,73a$ . Эта линия короче крестика, длина которого равна  $2,83a$ . Этим сравнением я занималась три года назад, а теперь применяю на практике. Труба с перегородкой Штейнера легче и дешевле четырёх труб в 1,24 раза. На газопроводе «Северный поток» экономия денег на материале была бы равна  $48,96 \text{ млрд. руб.} - 48,96 \text{ млрд. руб.} / 1,24 = 9,48 \text{ млрд. руб.}$ . На самом деле толщина трубы газопровода в 2-3 раза больше, поэтому экономия денег на материале составляет более 20 млрд. руб. Об этом я рассказала в своём новом видеоролике. На эти деньги можно построить второй трубопровод «Северный поток». Но лучше не строить, а сразу сделать 4 трубы в одной, как в моей необычной трубе. Соблюдается экология, не нужна новая трасса и новые подводные работы, не нужны согласования. Цель работы достигнута. Предложена новая лёгкая и экономичная труба, заменяющая четыре трубы. Новая труба может найти применение не только на Земле, но и в космосе и авиации для создания лёгких конструкций.

#### Источники и литература

- 1) Драцкая А.И. Задача Штейнера для нового композиционного материала / Наука и инновации в технических университетах: Материалы Двенадцатого Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых учёных, 24-26 октября 2018 г. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. - 181 с. - ББК 30.1 Н 34 - Секция "Новые материалы и технологии". - С.49-51.
- 2) Драцкая А.И., Скворцова А.А. Новое решение задачи Штейнера для композиционного материала о соединении восьми вершин куба самой короткой линией / 61-я Научная конференция МФТИ с международным участием. - П78 Программа 61-й Всероссийской научной конференции МФТИ. 19-25 ноября 2018 года. Секция прочности летательных аппаратов. - М.: МФТИ, 2018. - 116 с. - С. 59. - ISBN 978-5-7417-0678-7.
- 3) Драцкая А.И. Анизотропные прочностные и тепловые свойства ячейки Штейнера / П99 V Музруковские чтения: Материалы Международной научно-практической конференции, 3-4 октября 2019 г. ГБПОУ СПТ им. Б.Г.Музрукова, отв. за выпуск И.В.Столяров. - Саров: Интерконтакт, 2019. - 271 с. - ISBN 978-5-6043096-4-3. - УДК 016. - ББК 22+3+5+36+63+66+74+80. - П99. - С.12-14.- Победитель, серебряная медаль призёра.
- 4) Драцкая А.И. Труба с перегородкой Штейнера / 13-й Всероссийский форум студентов аспирантов и молодых учёных «Наука и инновации в технических университетах 2019», Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого, 22-25 октября 2019 г. - <http://www.semicond.ru/siforum2019/accepted.pdf>