

ПРИМЕНЕНИЕ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

С.Ю. Куликова, ст. преподаватель,

А.О. Сабанова, студент,

И.Г. Ткаченко, студент,

К.А. Третьякова, школьник.

*Новосибирский государственный архитектурно-
строительный университет (Сибстрин),
г. Новосибирск, Российская Федерация*

Ключевые слова: гиперболические поверхности, сетчатые конструкции, уникальные здания и сооружения, однополостный гиперboloид.

Аннотация. В статье рассматриваются этапы изучения истории применения гиперболических поверхностей в строительстве и архитектуре при подготовке докладов студенческой и школьной научных конференций, а также результаты исследований, разработки собственного проекта и выводы.

Студенты, поступившие на специальность «Строительство уникальных зданий и сооружений» Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета, приходят на кафедру начертательной геометрии на первом курсе. Стараясь заинтересовать ребят получаемой специальностью, мы предлагаем им участвовать в научно-технических конференциях, рассматривая в своих докладах различные уникальные здания и сооружения, которые им, возможно, доведется проектировать и возводить в своей профессиональной деятельности.

Школьники, обучающиеся в специализированных классах (инженерных и архитектурных), планируют в дальнейшем поступать в вузы, в том числе на строительные и архитектурные специальности. И уже в школе многие из них занимаются проектной и исследовательской деятельностью, участвуют в школьных научных конференциях.

Уникальные здания и сооружения – объекты, попадающие под категорию уникальных в соответствии с пунктом 2 статьи 48 Градостроительного кодекса РФ [1]. Большепролетные зда-

ния – здания, перекрытие которых может быть выполнено только большепролетными несущими строительными конструкциями. Высотные здания и сооружения – высотой свыше 75 м. Подробно определение и классификация уникальных зданий и сооружений были рассмотрены в статье «Театральная перспектива в проектировании уникальных зданий» [2].

При выборе тем докладов к студенческой научно-технической и школьной научной конференций и разработке собственного проекта учащихся заинтересовала история возникновения и строительства башни Шухова в Москве и, следовательно, поверхности, которые использовались в ее конструкции.

Целью выполняемых работ было:

1) выяснить преимущества и недостатки конструкции однополостного гиперboloида как формы, проектируемой в строительных и архитектурных сооружениях;

2) найти информацию, необходимую для определения основных качеств гиперboloида;

3) найти аналоги архитектурных сооружений;

4) разработать собственный проект архитектурного сооружения, главной частью которого будет являться гиперboloид.

На занятиях по предмету «Начертательная геометрия и инженерная графика» была рассмотрена тема «Поверхности», которая имеет непосредственное отношение к выполняемым работам. В результате были подготовлены доклады: «Практическое применение гиперболических поверхностей» и «Однополостный гиперboloид и его применение в архитектуре».

Однополостный гиперboloид – это вид поверхности второго порядка в трехмерном пространстве, образующийся от вращения гиперболы. Также однополостный гиперboloид является дважды линейчатой поверхностью; если он является гиперboloидом вращения, то может быть получен вращением прямой вокруг другой прямой, скрещивающейся с ней (рисунок 1). Уравнение гиперboloида:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1,$$

где a и b – действительные полуоси, c – мнимая полуось.

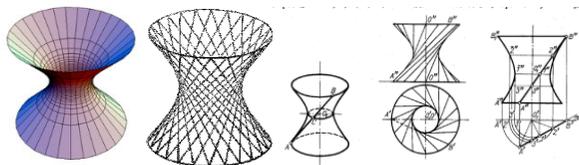


Рисунок 1. Пример образования поверхности гиперboloида

Через любую точку такой поверхности можно провести две пересекающиеся прямые, которые будут целиком принадлежать поверхности. Вдоль этих прямых и устанавливаются балки, образующие характерную решетку. Такая конструкция является жесткой: если балки соединить шарнирно, гиперboloидная конструкция все равно будет сохранять свою форму под действием внешних сил.

Для высоких сооружений основную опасность несет ветровая нагрузка, а у решетчатой конструкции она невелика. Эти особенности делают гиперboloидные конструкции прочными, несмотря на невысокую материалоемкость.

Кроме вышеперечисленного, к преимуществам гиперboloида как архитектурной конструкции можно отнести:

- дешевизну производства;
- экономию материала за счет применения решетчатой основы башни;
- простоту возведения;
- визуальную легкость и изящество.

Гиперболоическая архитектурная конструкция не имеет выраженных недостатков.

Гиперboloидную форму конструкций ввел в архитектуру В.Г. Шухов (патент, заявленный В.Г. Шуховым 11.01.1896г.).

В процессе изучения темы ребята познакомились с биографией архитектора и изобретателя Владимира Григорьевича Шухова, его наследием и, особенно подробно, с историей создания Шуховской башни на Шаболовке.

Шуховская башня (также известна как Шуховская телебашня, Шаболовская телевизионная башня, радиобашня Шухова) – металлическая радио- и телебашня, памятник архитектуры советского конструктивизма (рисунок 2). Расположена в Москве

на улице Шухова рядом с телецентром на Шаболовке. Построена по проекту архитектора и изобретателя Владимира Шухова. Объект Всемирного наследия ЮНЕСКО.

Идея первых в мире гиперboloидных конструкций и металлических сетчатых оболочек строительных конструкций Владимиром Шуховым была позаимствована из структуры плетеных крестьянских корзин. Первая башня с использованием новых архитектурных форм была построена для всероссийской промышленной и художественной выставки в Нижнем Новгороде в 1896 году (рисунок 2), после чего куплена фабрикантом Юрием Нечаевым-Мальцовым. Сооружения по его проектам стали возводиться в качестве маяков, водонапорных башен, корабельных мачт и линий электропередач.

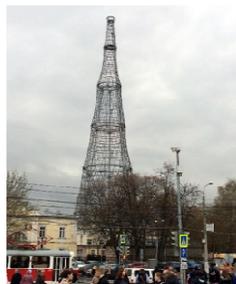


Рисунок 2. Башня, построенная для всероссийской промышленной выставки в Нижнем Новгороде, и теле - и радиобашня на Шаболовке в Москве

Первоначальный проект 350-метровой башни весом 2,2 тысячи тонн был заменен на новый проект – башни, высотой 150 метров и весом 240 тонн. 19 марта 1922 года на башню были установлены датчики радиовещания, и началась трансляция радиопередач.

Башня по праву является одним из символов инженерно-архитектурного мастерства.

В 2015 году башен, подобных Шуховской, в разных городах Российской Федерации насчитывалось 8.

Кроме ознакомления с историей создания и изучением башни Шухова учащимися были найдены аналогичные ей архитектурные сооружения, конструкции которых соответствуют

патенту российского инженера В. Г. Шухова на гиперboloидные башни (рисунок 3).



Рисунок 3. Башня порта Кобе, Япония, телебашня Гуанчжоу, Китай, Сиднейская башня, Австралия [3]

В хай-тек архитектуре XXI века широко используются сетчатые конструкции в виде несущих оболочек, изобретенные и впервые построенные Владимиром Григорьевичем Шуховым в XIX веке. Из-за сложности расчета эти конструкции, называемые сейчас системами Diagrid и Gridshell, получили широкое распространение только с использованием компьютеров. В.Г.Шухову в XIX веке было достаточно для таких расчетов логарифмической линейки и собственной гениальности [4].

Студенты – разработчики доклада для студенческой научно-технической конференции изучили технологию возведения и методику расчета радиуса опорных колец башни Шухова и попытались изготовить подобную конструкцию (рисунок 4).

Радиобашня Шухова состоит из шести ярусов (высота каждого – 25 м). Каждый ярус представляет собой гиперboloид вращения – объемную конструкцию из прямых стальных балок, концы которых скреплены стальными кольцами.

Первый ярус опирается на бетонный фундамент диаметром 40 м и глубиной 3 м. Башня возводилась без использования лесов или подъемных кранов – каждый следующий ярус собирался внутри башни и с помощью блоков и лебедок поднимался наверх. То есть башня вырастала телескопически (рисунок 4).

Исходя из этих данных, радиус опорного кольца яруса n выражается формулой:

$$R = 2,75 * n + 0,25 * n * (n - 1)/2.$$

А поскольку высота каждой секции составляет 25 м, то расстояние от вершины башни до опорного кольца секции n равно

$H = 25 * n$. Тогда вышеприведенную формулу можно выразить так:

$$R = H * H/5000 + H * 21/200$$

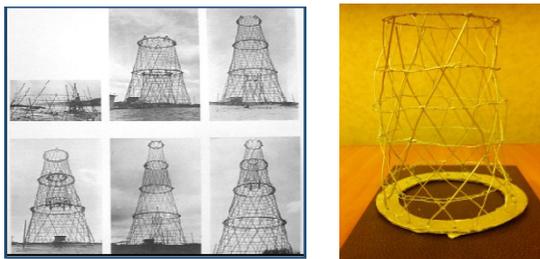


Рисунок 4. Подъем ярусов и макет одного яруса башни Шухова

Автор доклада к школьной научной конференции разработала клаузуру и макет архитектурного сооружения (выставочно-го павильона), в котором применяется гиперболическая конструкция (рисунок 5).



Рисунок 5. Клаузура и макет выставочного павильона

В результате проделанных работ и исследований были сделаны важные для будущих архитекторов и инженеров-строителей выводы, что гиперboloид являет собой интересную, простую в исполнении и весьма экономичную и прочную конструкцию для строительства. Ребята познакомились с примерами применения однополостного гиперboloида при строительстве различных сооружений, задумались о возможности его использования в будущем для создания проектов, открыли для себя перспективы строительства уникальных зданий и получили возможность попробовать спроектировать такое здание.

Список литературы

1. Статья 48 ГрК РФ. Архитектурно-строительное проектирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.zakonrf.info/gradostroitelniy-kodeks/48>. – Дата доступа: 22.03.2018.
2. Куликова, С.Ю. Театральная перспектива в проектировании уникальных зданий / С.Ю. Куликова, С.Э. Сарафян // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сборник трудов Международной научно-практической конференции, 21 апреля 2017 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. К.А. Вольхин. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2017. – С.142-148.
3. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Башня_порта_Кобе, https://ru.wikipedia.org/wiki/Телебашня_Гуанчжоу, https://ru.wikipedia.org/wiki/Сиднейская_телебашня . – Дата доступа: 22.03.2018.
4. Владимир Шухов и хай-тек архитектура XXI века. ННТВ, ведущий – Николай Мурзинов, Нижний Новгород. Сюжет от 02.06.2010г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.facebook.com/DiagridArchi>. – Дата доступа: 22.03.2018.

УДК 744:621(076.5)

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРЕПОДАВАНИЮ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА 4-Х ЛЕТНИЙ СРОК ОБУЧЕНИЯ

А.Ю. Лешкевич, канд. техн. наук, доцент

Д.В. Клоков, канд. техн. наук, доцент

А.А. Гарабاجиу, канд. техн. наук, доцент

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: сокращение срока обучения, совершенствование методики преподавания начертательной геометрии и инженерной графики.

Аннотация. Анализируется возможность сокращения сроков обучения, предлагаются пути перехода на 4-летний курс обучения начертательной геометрии и инженерной графике без потери качества технического образования.

В последние годы появилась тенденция сокращения сроков обучения не только в гуманитарных областях высшего образования, но и в технической сфере, обслуживающей практически