К ВОПРОСУ О ГЕОМЕТРИИ РЕЗНЫХ ОБОЛОЧЕК МОНЖА

Е. Р. ФИЛИПОВА, *аспирант (Латвия)*
Российский университет дружбы народов, Москва, Россия
zenjuuu@gmail.com

В мировой практике четкой тенденцией является применение пространственных конструкций разнообразных форм, дающих выразительные архитектурные образы и решающих функциональные задачи. В статье рассмотрены возможности применения резных оболочек Монжа, описана их геометрия и плюсы использования данной оболочки в строительстве.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пространственные конструкции, оболочка Монжа, направление строительства, геометрические характеристики.

Современные направления в строительстве должны позволять нам применять все более выразительные архитектурные образы, снижать расход материалов, трудоёмкость изготовления и монтажа конструкций, а так же решать важные функциональные задачи. В связи с этим эффективность использования пространственных конструкций является бесспорной. Не останавливаясь на архитектурной выразительности покрытий сложной геометрии, следует отметить, что они позволяют получать надежные конструкции, обладающие большой жесткостью и прочностью при относительно малом расходе материала. Меняя различные геометрические параметры покрытия, можно в широких пределах варьировать полями перемещений и напряжений конструкции.

Обширное применение пространственных конструкций стало возможным благодаря хорошо изученной геометрии, а так же имеющимся аналитическим методам расчета, однако большинство оболочек относятся к весьма ограниченному числу поверхностей: круговых цилиндрических, конических, сферических и некоторых других традиционных форм, которые далеко не исчерпывают богатых возможностей геометрических форм и поверхностей.

Одно из направлений строительной механики, в наше время, является внедрение новых форм пространственных конструкций, следовательно, изучение их геометрии и разработка методов расчета является основной задачей. Поэтому хочется обратиться к менее изученным поверхностям, которые ничуть не уступают по своим качествам и выразительности хорошо изученным поверхностям.

Большие возможности в создании ярких архитектурных образов предоставляют резные линейчатые поверхности Монжа, которые относятся к поверхностям неканонической формы. Оболочки, на основе резных линейчатых

 132

поверхностей Монжа достаточно технологичны и позволяют осуществлять процесс строительства непосредственно на строительной площадке благодаря способности их срединных поверхностей развертываться на плоскость.

Резными называются поверхности, у которых плоскости одного семейства плоских линий кривизны ортогональны поверхности. Семейство плоских линий кривизны резной поверхности геодезическое, следовательно, нормали этих линий совпадают с нормалями поверхности. Таким образом, резную поверхность можно охарактеризовать как поверхность с геодезическим семейством линий кривизны.

Гаспар Монж дал определение резных поверхностей, как поверхностей образуемых движением плоской кривой, лежащей в плоскости, катящейся без скольжения по некоторой развертывающейся поверхности.

Векторное уравнение резной поверхности в векторной форме выглядит следующим образом:

$$\mathrm{p}(\mathrm{u},\mathrm{v}) = \mathrm{r}(\mathrm{u}) + \mathrm{R}(\mathrm{v})\cdot\mathrm{e}(\mathrm{u},\mathrm{v}),$$

где $\boldsymbol{\rho}(u,v)$ - радиус-вектор поверхности4 $\boldsymbol{r}(u)$ – радиус-вектор направляющей кривой; $R(v)$ - уравнение образующей кривой в полярной системе координат; $\boldsymbol{e}(u,v) = \boldsymbol{e}_0(u)\cos v + \boldsymbol{g}_0(u)\sin v$ - уравнение окружности единичного радиуса в нормальной плоскости направляющей кривой;

$\boldsymbol{e}_0(u)$, $\boldsymbol{g}_0(u)$ - единичные начальные вектора в нормальной плоскости направляющей кривой.

В зависимости от изменения различных параметров, к примеру, формы образующей, или направляющей будет меняться и внешний облик поверхности. Рассмотрим подробнее одну из поверхностей, а именно, резную линейчатую поверхность Монжа с круговой цилиндрической направляющей поверхностью (рис. 1).

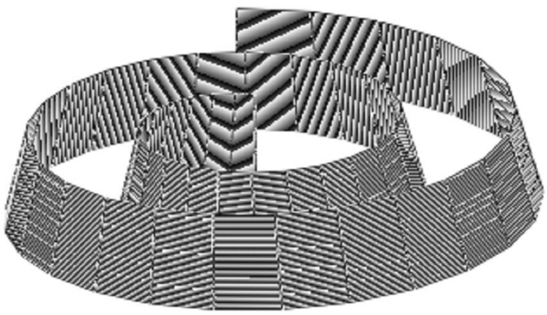

Рис. 1. Резная линейчатая поверхность Монжа с круговой цилиндрической направляющей поверхностью

Для построения данной поверхности были выведены параметрические уравнения поверхности:

$$\mathrm{X} = -\mathrm{a}\cdot\cos\left(\frac{\propto}{\mathrm{a}}\right) - \mathrm{a_o}\cdot\sin\left(\frac{\propto}{\mathrm{a}}\right) + \propto\cdot\sin\left(\frac{\propto}{\mathrm{a}}\right) - \cos(0)\cdot\sin\left(\frac{\propto}{\mathrm{a}}\right)\cdot[3$$

133

$$У = a \cdot \sin\left(\frac{\propto}{a}\right) - a_o \cdot \cos\left(\frac{\propto}{a}\right) + \propto \cdot \cos\left(\frac{\propto}{a}\right) - \cos(\theta) \cdot \cos\left(\frac{\propto}{a}\right) \cdot \beta$$

$$Z = \sin(\theta) \cdot \beta$$

где: α – натуральный параметр; β – бинормаль направляющей; θ – угол между наклонной плоскостью к горизонту; a_0 - первоначальная точка развертывания поверхности ; а - радиус окружности

Для изучения геометрии поверхности, для вывода уравнений равновесия, а так же для расчета оболочки численными методами, необходимо определить коэффициенты основных квадратичных форм, а так же главные радиусы кривизн:

$$E = A^2 = \frac{(a_o - a + f] \cdot \cos(8))^2}{a^2};$$

$$F = 0;\ G = B^2 = 1;$$

$$M = 0;\ N = 0;\ L = -\frac{\sin(0)}{a^2} \cdot (a_o - a + [3 \cdot \cos(\theta));$$

$$k1 = \frac{\sin(0)}{a_o - a + f] \cdot \cos(8)};\ k2 = 0.$$

Для дальнейшего рассмотрения данной оболочки, нам необходимо обратиться к основным методом расчета, которые позволят нам ответить на многие, волнующие нас, вопросы касательные прочности данной пространственной конструкции. Непосредственно, начнем с изучения безмоментной теории расчета оболочек. Напряженно деформированное состояние оболочки часто представляет собой сумму основного напряженного состояния и краевых эффектов. Первое – распространяется на всю оболочку, а вторые имеют местный характер и локализуются вблизи определенных кривых.

В данный момент производится первоначальный расчет оболочки, на действие конкретных нагрузок, таких как, собственный вес и т.д.

Рассматривая резную оболочку Монжа с архитектурной точки зрения, а так же с практической, данная поверхность обладает множеством положительных качеств, которые нельзя не отметить, а именно:

1. Архитектурная выразительность.
2. Надежная конструкция, обладающая большой жесткостью и прочностью.
3. Относительно малый расход материала (не требуется массивных несущих стен).
4. Технологичность, позволяет осуществлять процесс строительства непосредственно на строительной площадке.
5. Возможность рационального использования пространства.
6. Присутствие плавных линий приятных для восприятия глазом.
7. Возможность задействовать поверхность, для общественных зданий.

До настоящего времени этот тип оболочек, применительно к строительству и архитектуре ,находится на начальном этапе исследования его напряженно-деформированного состояния и, следовательно, не использовался в современной архитектуре.

 134

Так же, было рассмотрено реальное применение данной оболочки в современном строительстве. Было выбрано применить данную резную линейчатую поверхность Монжа в качестве выставочного зала. В таком случае, поверхность несущей стены будет использована одновременно с двух сторон для расположения экспонатов. Так же нет необходимости устраивать дополнительные стойки, которые могут засекать пространство выставочного павильона.

Для улучшения внешнего вида здания, существует возможность пересечь данную поверхность с секущей наклонной плоскостью, либо использовать плоскую крышу в качестве эксплуатируемой кровли.

Заключение:

1. Рассмотренная оболочка дает возможность авторам действовать более свободно, не связывая себе опорами, загромождающими пространство, создавая сложные композиции в горизонтальных и в вертикальных плоскостях.

2. Рассмотренная поверхность, может органично вписаться в будущую застройку города, и даст поля для мысли и фантазии проектировщикам.

3. На данном этапе идет первоначальный расчет рассмотренной поверхности, который нам позволит иметь общее представление о целесообразности и прочности данной пространственной конструкции.

Литература

1. *Кривошапко С.Н., Иванов В.Н.* Энциклопедия аналитических поверхностей. М.: Либроком,, 2009. – 556 с.

2. *Кривошапко С.Н.* Геометрия и прочность торсовых оболочек. М..: АСВ, 1995. – 274 с.

3. *Рекач, В.Г., Кривошапко С.Н.* Расчет оболочек сложной геометрии. М.: Университет дружбы народов, 1988. – 177 с.

4. *Гольдинвейзер А.Л.*Теория упругих оболочек М.:«Наука», 1976.– 512 с.

ABOUT MONGE SURFACE GEOMETRY

E.R. FILIPOVA

Peoples' friendship university of Russia, Moscow, Russia

Nowadays, the modern trend is to use the variety of different space structures, which can give us expressive architectural forms and solve functional tasks. In the article there is discussed the possibility of using Monge surface, described their geometry and advantages of using this shell construction.

KEYWORDS: space structures, Monge surface, direction of construction and buildings, geometric data.