

УДК 514.18:72.036

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В АРХИТЕКТУРНОМ ДИЗАЙНЕ**

**Тулеуова Гульмаржан Куаткызы**

[g.tuleuova@yandex.ru](mailto:g.tuleuova@yandex.ru)

старший преподаватель кафедры дизайн и инженерная графика  
Евразийского национального университета им.Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Мир поверхностей разнообразен и безграничен. Он простирается от элементарной, отличающейся простотой и математической строгостью плоскости до сложнейших, причудливых форм криволинейных поверхностей, не поддающихся математическому описанию. Если смотреть с позиции геометрии - это линии и поверхности простых и сложнейших форм. Удивительные по форме и прочности поверхности встречаются в природе. Корпуса самолётов, морских судов, автомобилей, оболочки надземных и подземных сооружений - это всё комплексы поверхностей различных весьма сложных законов образования. А теперь, давайте рассмотрим конкретный пример поверхностей, таких как линейчатые, а также ряд поверхностей относящихся к этому семейству линейчатых.

Линейчатые поверхности – это поверхности, создаваемые движением прямой линии (образующей), вдоль некоторой направляющей – прямолинейной или криволинейной – в пространстве. Характер движения прямолинейной образующей определяет вид линейчатой поверхности. Обычно закон движения образующей задаётся с помощью направляющих линий. В общем случае для задания линейчатой поверхности необходимы три направляющие линии. Они делятся на развертывающиеся и неразвертывающиеся (поверхности, которые не могут быть совмещены с плоскостью без надразов и складок). К последним относятся: однополостной гиперboloид, гиперболический параболоид, коноид и геликоид. Неразвертывающиеся линейчатые поверхности в общем случае образуются движением

прямолинейной образующей по трем направляющим линиям, которые однозначно задают закон ее перемещения. Разновидностями косых поверхностей являются линейчатые поверхности с направляющей плоскостью и частные их виды - линейчатые поверхности с плоскостью параллелизма (поверхности Каталана). Поверхности с направляющей плоскостью называются косыми цилиндрами, если обе направляющие являются кривыми линиями; косыми коноидами - если одна из направляющих - прямая линия; дважды косою плоскостью, если направляющие - скрещивающиеся прямые. Поверхности с плоскостью параллелизма соответственно называются прямыми цилиндрами, прямыми коноидами и косою плоскостью.

Исследуя линейчатые поверхности, можно выявить, что они имеют широкое применение в технике, инженерном деле, в большинстве случаев используются при проектировании зданий, промышленных и государственных архитектурных сооружений, дорожных магистралей.

Линейчатые винтовые поверхности, применимые для строительства актуальны в современной архитектуре и технике.

Рассмотрим ломанную пространственную линию. Продолжим все стороны такой ломаной линии в одном направлении получим последовательный ряд плоских отсеков, составляющих гранную поверхность, которая называется гранным торсом.

Если продолжить стороны ломаной линии в направлении, противоположном принятому, то получится другая половина (пола) гранного торса. Обе половины торса отделяются друг от друга ломаной линией. Теперь бесконечно увеличим число сторон пространственной ломаной линии. В соответствии с этим увеличится и число ребер гранного торса.

В пределе ломаная линия превратится в кривую линию, гранный торс - в плавный торс, а ребра торса займут положение касательных к кривой линии (рисунок 1). Торсовая поверхность состоит из двух полостей, линией раздела которых является ребро возврата поверхности.

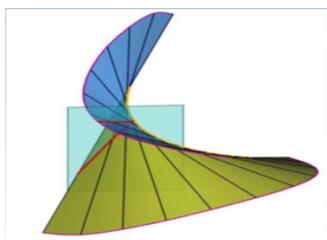


Рисунок 1

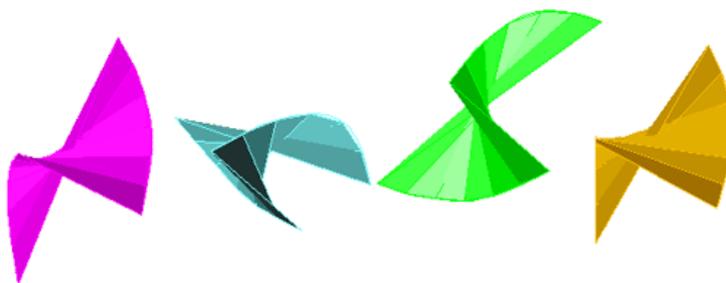


Рисунок 2. Линейчатые поверхности

Линейчатая неразвёртываемая (косая) поверхность может быть образована перемещением в пространстве прямой по некоторым направляющим линиям.

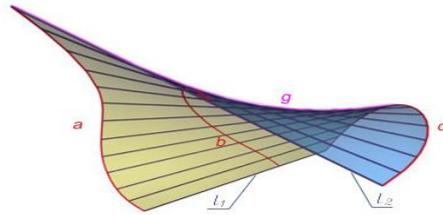


Рисунок 3

Для определения закона движения производящей, т.е. для определения полноты задания поверхности, необходимо иметь три направляющие линии. Ими и определяется характер движения производящей кривой линейчатой поверхности. Направляющими линиями кривых линейчатых поверхностей могут быть как кривые так и прямые линии.

Если же все три направляющие линии – прямые произвольного положения, то движением по ним производящей прямой линии образуется поверхность, которая получила название однополосный гиперboloид.

Если же направляющие прямые параллельны одной плоскости, то движением по этим прямым производящей прямой линии образуется поверхность – косая плоскость (гиперболический параболоид).

Одним из видов кривых поверхностей являются линейчатые поверхности с направляющей плоскостью и линейчатые поверхности с плоскостью параллелизма. Введением в задание поверхности направляющей плоскости исключается одна из направляющих кривых линий кривой поверхности.

Поверхностью с направляющей плоскостью называют линейчатую поверхность, у которой движущаяся производящая прямая линия не изменяет угла наклона к не подвижной плоскости, которая является направляющей плоскостью поверхности.

Производящая прямая линия, образуя поверхность, скользит по двум направляющим линиям, сохраняя постоянным угол наклона к направляющей плоскости.

Поверхности с направляющей плоскостью называют прямыми, если угол  $\alpha$  равен нулю. В этом случае производящая прямая параллельна направляющей плоскости, которую называют плоскостью параллелизма. В других случаях поверхности с направляющей плоскостью называют косыми поверхностями.

Поверхности с направляющей плоскостью называют косыми или прямыми цилиндридами, если обе направляющие являются кривыми линиями. Если одна из направляющих линий прямая, то данную поверхность называют косым или прямым коноидом. Если обе направляющие линии – прямые, то поверхность называют дважды косой плоскостью.

Прямые цилиндриды, прямые коноиды и косые плоскости называют поверхностями Каталана или поверхностью с плоскостью параллелизма.

Из общего числа кривых поверхностей рассмотрим их обширную группу – поверхности с плоскостью параллелизма. Косые поверхности с плоскостью параллелизма впервые были рассмотрены Гаспаром Монжем. Такие поверхности Монж считал образованными движением производящей прямой линии по двум направляющим или по двум поверхностям, которая во всех своих положениях параллельна некоторой плоскости.

Дальнейшее углубление исследование поверхностей с плоскостью параллелизма дано бельгийским учёным Каталаном, имя которого и носят эти поверхности.

Поверхности с плоскостью параллелизма по их образованию направляющими линиями делят на три группы: первая группа – цилиндриды, когда обе направляющие являются кривыми линиями; вторая группа – коноиды, когда одна из направляющих является прямой линией; третья группа - косые плоскости (гиперболические параболоиды), когда обе направляющие являются прямыми линиями.

Поверхность прямого цилиндриоида образуется в том случае, когда направляющие  $a$  и  $b$  гладкие кривые линии, причём одна из них должна принадлежать плоскости, перпендикулярной плоскости параллелизма.

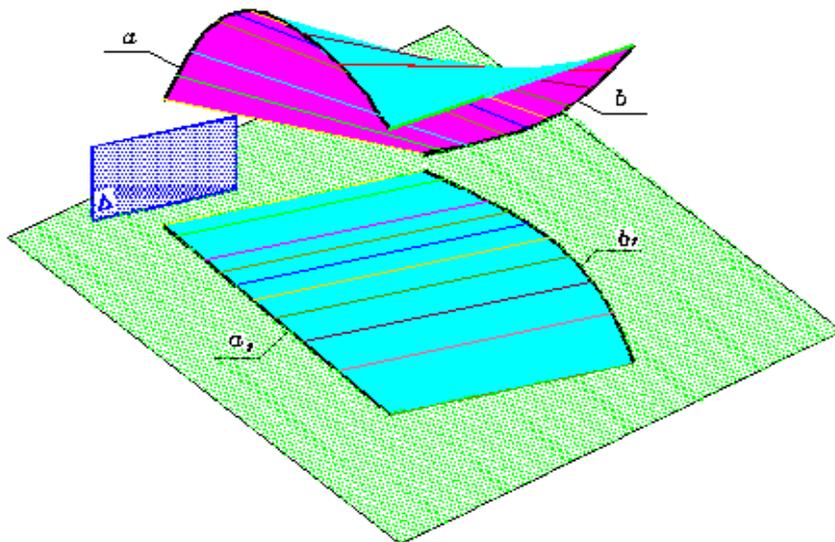


Рисунок 3. Поверхность прямого цилиндриоида

Поверхностями коноидов оформляются арки окон и дверей в прямых стенах зданий (рис.4), проёмы в цилиндрических башнях водозаборных сооружений (рис.5). В кораблестроении коноиды используются для правильного конструирования носа ледореза, носа быстроходного судна. В авиационной промышленности – при конструировании летательных аппаратов. В сельскохозяйственном машиностроении коноидами представляются: отвалы плугов, шнеки конические прямоугольные пружины и т.д. Эти примеры можно видеть каждый день, но при этом не всегда обращаем внимание, что именно основываясь на этих теоретических материалах были сделаны эти предметы.

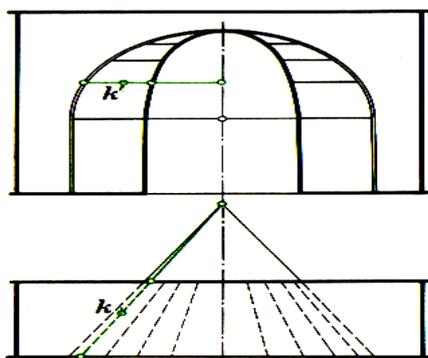


Рисунок 4

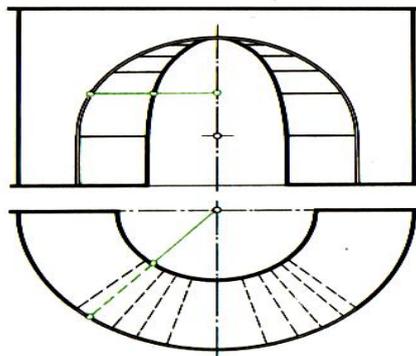


Рисунок 5

Взаимное пересечение линейчатых поверхностей. Линии пересечения двух линейчатых поверхностей определяется по точкам пересечения прямолинейных образующих одной поверхности с другой поверхностью. Пересечение линейных поверхностей можно увидеть в архитектурном здании ЦКЗ «Казахстан».

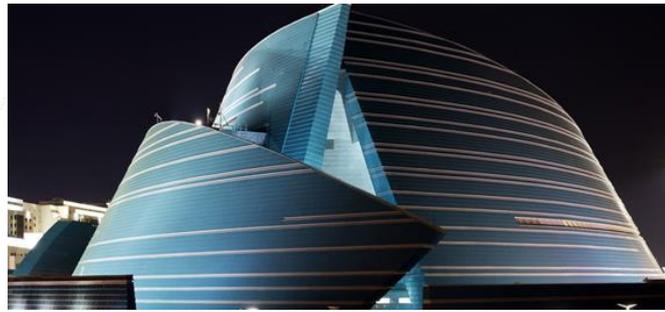
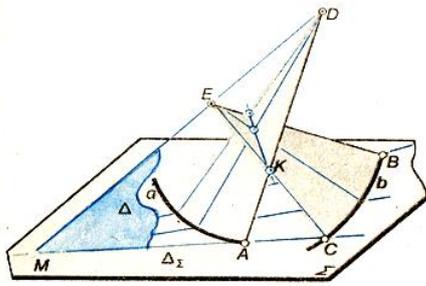


Рисунок 6

Формообразованию на основе линейчатых поверхностей, которое отечественные исследователи связывают, прежде всего, с именем В.Г. Шухова (его гиперboloидными башнями), предшествовала длительная история освоения – преимущественно практического – этих структур (и становления самого понятия «линейчатые поверхности»), берущая начало еще в античности: Архимед является автором изобретения, называемого «Архимедов винт» (воснове его – геликоид), который служит для подъема воды. В архитектуре эта же линейчатая поверхность – геликоид – используется в конструкции винтовой лестницы начиная средневековья, а пластика гиперболического параболоида встречается в традиционной каталонской технике кирпичной кладки в архитектуре Цистерцианского Ордена, датируемой 1400 г. В Новое время история линейчатых поверхностей связана именами К. Рена, Г. Гварини, Г. Монжа, Т. Оливье, Ф. Клейна. Так, работа архитектора после пожарного Лондона К. Рена над созданием прибора для шлифования линз для телескопа привела его к открытию, что гиперболоид является линейчатой поверхностью (т. е. может быть образован движением мпрямой вдоль окружности. Следующий этап исследований линейчатых поверхностей связан с именем Г. Монжа, стремление которого представить алгебраические уравнения в пространственной форме (визуализировать) было воплощено в математических моделях линейчатых поверхностей, впервые появившихся на рубеже XVIII-XIX вв. Дело Монжа в XIX в. продолжил его ученик Т. Оливье, а позже – Ф. Клейн: некоторые из созданных ими моделей позволяли осуществить трансформацию одной поверхности в другую и были для своего времени тем же, чем для настоящего являются компьютерные графика и дизайн.

Проблематика, связанная конструктивно-образным потенциалом формообразования на основе линейчатых поверхностей в архитектуре, искусстве и дизайне, имеет перспективы для дальнейших искусствоведческих исследований как с точки зрения его универсального характера, так с точки зрения частных его проявлений – например, таких, как наметившееся в XXI веке совершенно новое направление этого вида формообразования – в скульптуре валенсийского художника М. Вальдеса, которое можно охарактеризовать как введение абстрактных структур (линейчатых поверхностей) в фигуративный образ.

Разнообразие форм и свойств, по своему значению при формировании различных геометрических фигур, по той роли, которую они играют в науке, технике, архитектуре, изобразительном искусстве, поверхности не имеют себе равных среди других геометрических фигур. Исследование линейчатых поверхностей, а также класс тех поверхностей, непосредственно относящихся к семейству линейчатых, можно выявить характерную особенность, что линейчатые поверхности имеют широкое применение в технике, в инженерном деле, в исключительном большинстве случаев используются при проектировании зданий, промышленных и государственных архитектурных сооружений, дорожных магистралей.

Естественно, что начертательная геометрия как наука, передающая результаты своих теоретических исследований в распоряжение инженера для их практического использования в технике, не может обойти вниманием такие важные геометрические фигуры, какими являются линейчатые поверхности.

### Список используемой литературы

1. Г.Монж «Начертательная геометрия» / Под ред. проф. Д. И. Каргина. - М.: Изд. АН СССР, 1947. - 292 с.
2. Лексина О.И. Архитектура, искусство, дизайн: линейчатые поверхности как основа конструкции образа: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. искусств. (17.00.04); МГХПА. – Москва, 2018. – 32 с.
3. Бәйдібеков Ә.К, Мұсалымов Т.К, Садықова Ж.М., ҚолбатырС.Ә. Инженерлік графика: - Алматы, "Білім", 2012. - 264 б.