

## Литература

1. Колмогоров, В. Л. Напряжения. Деформации. Разрушения / В. Л. Колмогоров. – М. : Металлургия, 1970. – 162 с.
2. Колмогоров, В. Л. Механика обработки металлов давлением / В. Л. Колмогоров. – М. : Металлургия, 1986. – 688 с.
3. Температурно-деформационный критерий оптимизации маршрутов волочения тонкой высокоуглеродистой проволоки / Ю. Л. Бобарикин [и др.] // Литье и металлургия. – 2012. – № 3. – С. 205–209.
4. Исследование влияния применения сдвоенной чистовой волоки на пластические свойства стальной высокоуглеродистой проволоки / В. А. Евдонич [и др.] // Литье и металлургия. – 2019. – № 3. – С. 112–117.

**ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ****У. В. Ключко***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель О. П. Мурашко

*Рассмотрены существующие методы геометрического моделирования, сделан вывод по результатам исследований.*

**Ключевые слова:** геометрическое моделирование, численные методы, геометрические объекты.

Геометрическое моделирование развивается по двум направлениям. Первое направление – численные методы в задачах САПР и компьютерной графике [1]. Второе направление геометрического моделирования представлено работами, где геометрические объекты задаются в аналитическом виде [2].

Основные объекты для плоского моделирования – отрезки, дуги, кривые, сплайны, с которыми можно осуществлять продление, обрезку, соединение и другие преобразования. Основные объекты для объемного моделирования – это замкнутые контуры, с которыми можно осуществлять объединение, дополнение, пересечение, преобразования поворота и другие операции. За основу берется базовая поверхность. Таким образом, с ней в процессе моделирования осуществляют различные преобразования. В результате средствами САПР проектируемый объект численно конструируется из геометрических тел, называемых графическими примитивами, которые могут быть трансформированы теми или иными программными средствами.

Аналитические методы представления геометрических объектов обладают высокой степенью точности. Формы описания и преобразования объектов могут быть векторные, операторные и другие, что позволяет задавать каждую точку данного геометрического объекта и выполнять произвольные преобразования в аналитическом виде.

Один из классов существующих поверхностей – это поверхности, которые получены преобразованием вращения плоской кривой вокруг оси. Данный класс занимает большое место среди всех поверхностей. Другой класс поверхностей, не менее важный, существует благодаря преобразованию переноса кривой некоторого направления, так что ее одна точка скользит по другой кривой (рис. 1).

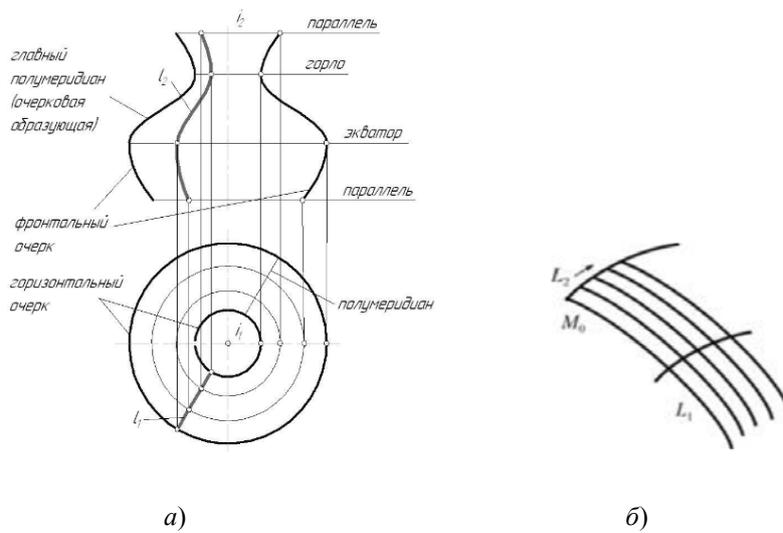


Рис. 1. Образование поверхностей:  
а – вращения; б – переноса

Более сложные преобразования образуют классы винтовых, спиралевидных и других поверхностей (рис. 2).

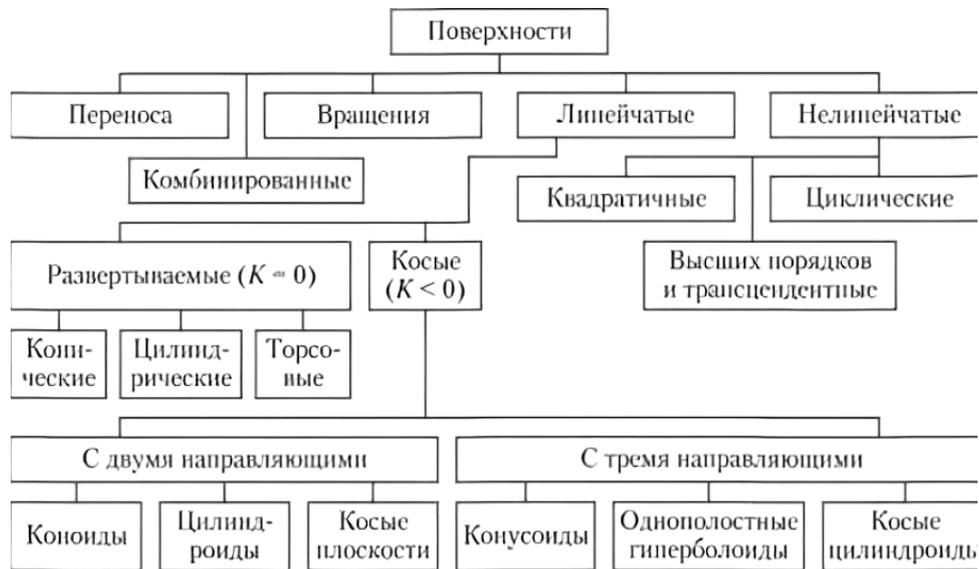


Рис. 2. Классификация поверхностей

Разнообразие поверхностей можно увеличить с помощью создания новых аналитических форм путем различных преобразований, например, пересечений, дополнений, поворотов и других. В настоящее время это является задачей автоматизации геометрического моделирования.

Одним из рассматриваемых методов является метод гладкого сопряжения. Для его построения существуют определенные алгоритмы, связанные с описанием объектов сопряжения и с заданием числа контрольных точек.

Более широко данные методы моделирования используются для поверхностного моделирования сложных объемных форм (рис. 3).

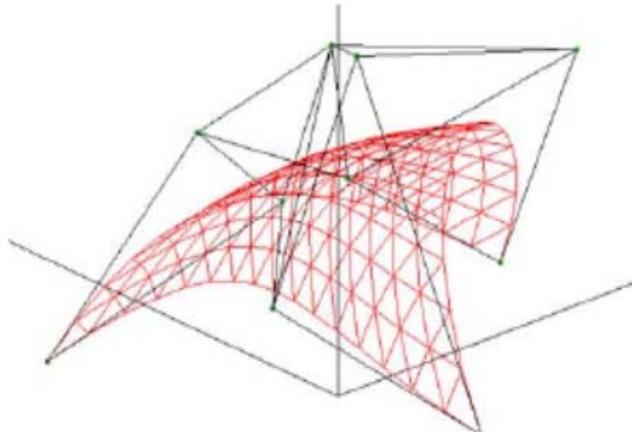


Рис. 3. Поверхностное моделирование сложных форм

Метод создания перспективного изображения широко применяется в компьютерной графике при создании реалистического изображения. Метод основан на создании проекционной матрицы (рис. 4).

Следующий метод геометрического моделирования – задача поворота геометрического объекта в пространстве. Возможны два случая: первый, более простой, – вращение тела вокруг одной из координатных осей, заданных в фиксированном координатном базисе. Второй, более сложный, – поворот относительно оси произвольного направления, проходящей через начало координат. Данный метод имеет ограничения, связанные с линейностью интерполяционной функции.

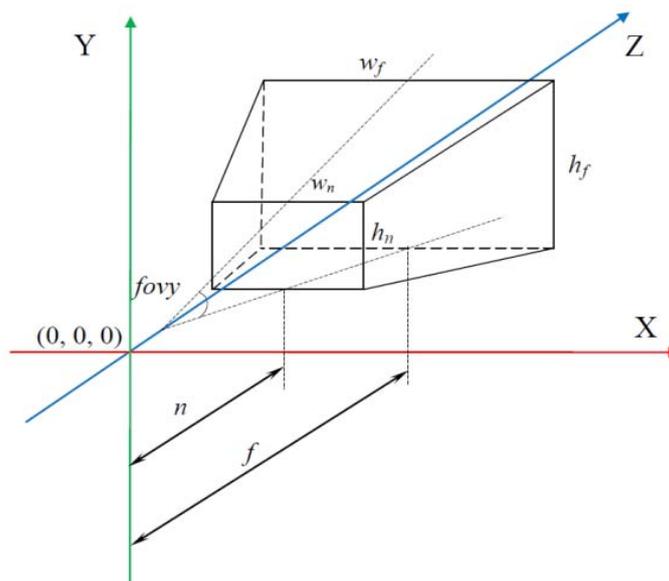


Рис. 4. Перспективный объем видимости

В результате проведенных аналитических исследований были описаны численные методы получения новых поверхностей и методы геометрического моделирования. По результатам исследования существующих методов видно, что среди описанных существующих методов нет универсальных математических методов для аналитического описания сложных геометрических объектов. Существующие методы зависят от выбора системы координат и совместимости с существующими аналитическими представлениями объектов.

#### Литература

1. Голованов, Н. Н. Геометрическое моделирование / Н. Н. Голованов. – М. : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 400 с.
2. Никулин, Е. А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики / Е. А. Никулин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 560 с.

### ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА НА ВРЕМЯ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ПЛАКИРОВАНИИ ВОЛОЧЕНИЕМ

М. О. Прядко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Н. В. Иноземцева

*Исследовано влияние параметров процесса на время деформации при плакировании волочением. Построены графики, показывающие степень влияния на время деформации скорости, степени деформации и температуры процесса. Выявлены параметры, оказывающие наибольшее влияние на время деформации. Варьируя этими параметрами, можно достичь схватывания в зоне деформации.*

**Ключевые слова:** волочение, плакирование, адгезия, деформация, схватывание.

Способы нанесения металлических покрытий плакированием или за счет совместной пластической деформации наносимого и покрываемого металлов являются достаточно высокопроизводительными и относительно неэнергоёмкими по сравнению с большим многообразием других способов нанесения покрытий.

Особый интерес среди них представляют способы, предполагающие нанесения покрытий из металлических или композиционных порошков на металлической основе. Разнообразие металлических порошков и неметаллических дополнительных включений позволяет варьировать свойствами покрытий в широких пределах за счет изменения состава порошковой шихты. Совместную деформацию порошков и металлической основы рационально проводить при помощи традиционных, но модифицированных операций обработки металлов давлением. В зоне деформации в операциях обработки металлов давлением можно достичь условий, позволяющих сформировать покрытие из порошка и соединить его с поверхностью деформируемой основы. Для этого необходимо одновременно вводить в зону деформации порошок и металлическую основу, а на выходе из инструмента можно получить изделие с нанесенным порошковым покрытием.

Среди способов нанесения металлсодержащих покрытий на металлическую проволоку одним из наиболее эффективных и производительных способов является процесс совместной деформации порошка материала покрытия и металлической основы в волоке. Такой процесс называют плакированием волочением. К одной из