

УДК 514.758.3

От плоского к объёмному

А.В. Антонян

*Студент, кафедра «Колесные машины», МГТУ им. Н.Э. Баумана,
г. Москва, Россия*

*Научный руководитель: Маслова Т.И., ассистент кафедры «Инженерная графика»
МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия*

МГТУ им. Н.Э. Баумана

antonyan.akop@yandex.ru

Умение выполнять макет из бумаги помогает инженеру воплотить идею в жизнь без использования программ для получения 3D моделей. Создание макета сокращает время изготовления изделия. Макетирование – метод и процесс объёмного проектирования изделий, их частей и деталей. Макет – объёмное материальное изображение объекта, позволяющее оценить особенности проектируемого изделия (объёмно-пространственную структуру, фактуру поверхности, размеры, пропорции, функционирование и т.д.). Процесс изготовления макетов технических объектов из бумаги происходит быстрее, чем их изготовление в материале. Поэтому в своей работе я решил показать различные способы построения разверток гранных, цилиндрических, конических, сферических поверхностей. Много нужно было приложить внимания, терпения, аккуратности при вычерчивании разверток и получении из них объёмных объектов. При выполнении макетов используются знания и навыки, полученные при выполнении чертежей.

Для создания хорошего макета необходим качественный подбор инструментов и бумаги. При изготовлении макетов используются конструктивные свойства бумаги, ее работы на сжатие и растяжение, упругость (динамические макеты). Бумага позволяет выполнять четкие углы, жесткие конструктивные соединения и, в то же время, из нее легко получают криволинейные поверхности (цилиндрические, конические). Уголок и скобка, согнутые из бумаги и поставленные на торец, являются устойчивыми элементами. В них проявляется свойство бумаги как жёсткого материала. Для работы с бумагой

требуются следующие инструменты: карандаши (Т, Н; 2Т, 2Н), линейка, угольники (30°, 60°; 45°), циркуль, лекала, ножницы, клей-карандаш.

Элементарная часть: построение простых фигур (куб, цилиндр, конус, сфера).

При создании простой фигуры необходимо проанализировать, какие поверхности образуют фигуру, а затем создать развёртку этой поверхности. А так же необходимо узнать, какое их взаимное расположение, и тем самым получить полноценную развёртку объекта. Далее по ней собрать этот объект.

Начнём с простого примера, с *куба*. Образующие поверхности – 6 плоскостей, а точнее 6 граней, расположение которых показано на рис.1,а. Затем добавляются «поля» (элементы развёртки, благодаря которым стороны развертки соединяются между собой) (рис.1,б). И последний пункт – сборка объекта (рис.1,в,г).

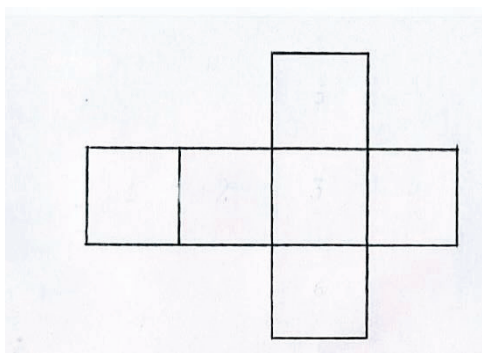


Рис.1,а. Развертка куба без «полей»

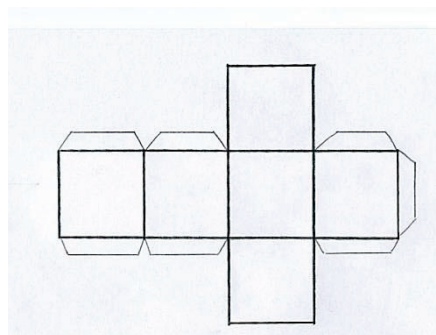


Рис.1,б. Развертка куба с «Полями»

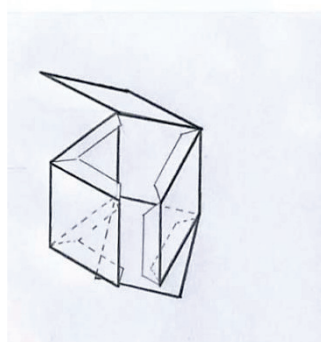


Рис.1,в. Сборка куба

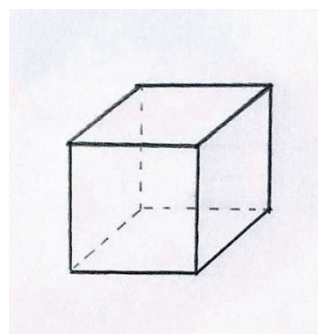


Рис.1,г. Собранный куб

Разберём сборку *цилиндра*. Здесь поверхностей - 3, из них 2 поверхности - основания цилиндра (на развертке изображены в виде кругов) и одна боковая поверхность (прямоугольник) (рис.2).

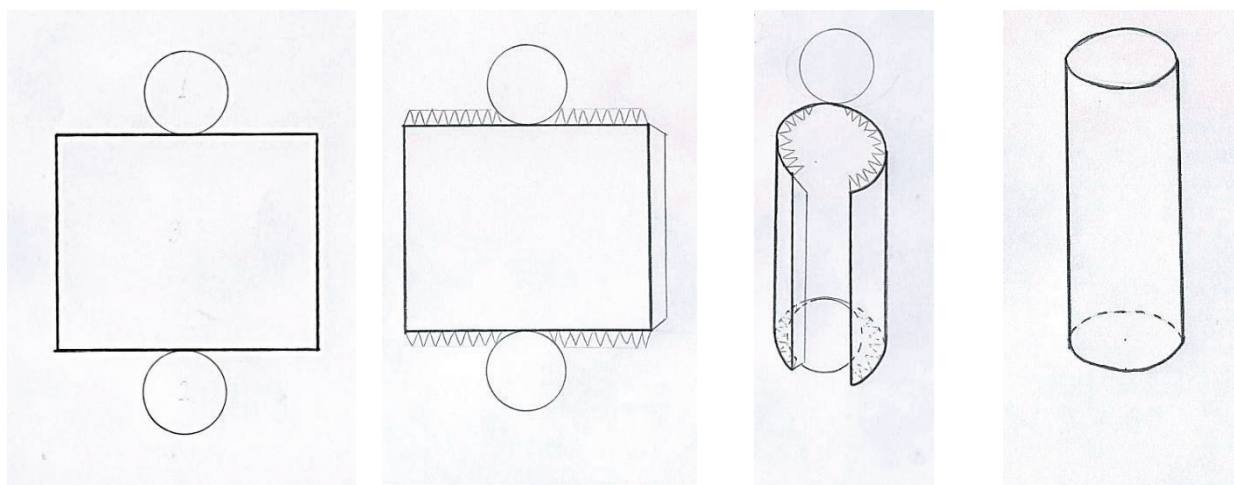


Рис.2. Процесс построения цилиндра и его сборка

В этом случае важно знать длину развернутой боковой стороны прямоугольника (длина окружности), которая вычисляется по формуле:

$$L = 2\pi r,$$

где L – длина развернутой боковой стороны цилиндра, r – радиус основания (рис.3).

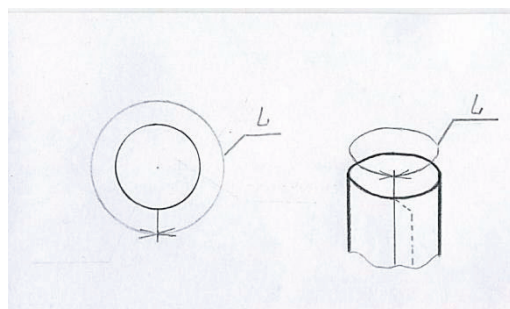


Рис.3. Обозначение длины L

Далее так же по алгоритму сборки куба.

Конус. С конусом ситуация немного сложнее. У нас имеется основание конуса (круг) и боковая поверхность конуса. Развертка боковой поверхности конуса представляет собой сектор круга (рис.4,б). Его-то и нужно построить, точнее, определить угол ϕ . Процесс расчета: построить фронтальную проекцию конуса таким образом, чтобы основание конуса проецировалось в прямую. Обозначить радиусы r и R на проекции, как показано на рис.4,а:

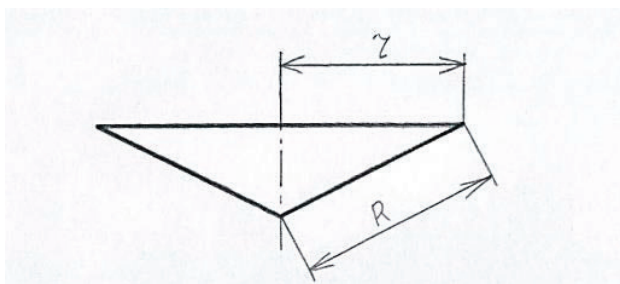


Рис.4,а. Проекция Конуса

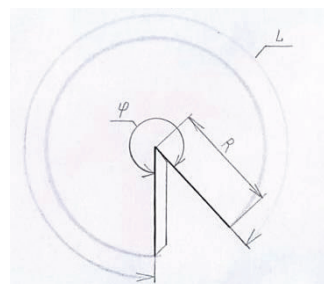


Рис.4,б. Развертка Конуса

Рассчитать по формуле угол φ :

$$L = 2\pi r \quad (1),$$

(1) - формула для определения длины окружности. Затем подставить значение L в формулу (3), которая выводится из (2):

$$L = \frac{\pi R \varphi}{180} \quad (2)$$

$$\varphi = \frac{L180}{\pi R} \quad (3),$$

где r – радиус основания, R – длина образующей конуса, или радиус сектора.

Построение *сферы*. Так как сфера является неразвѣртываемой поверхностью, приходится воспользоваться допущениями, а именно, угловатостью экватора сферы. Процесс построения развертки: сначала необходимо построить фронтальную и горизонтальную проекции сферы, причем сферу (октант сферы) желательно сделать граненой (рис.5,а).

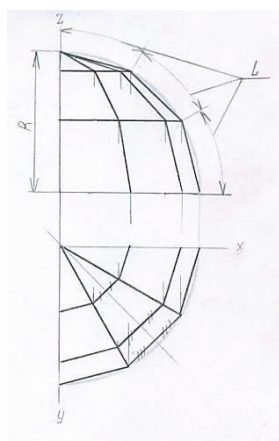


Рис.5,а. Проекции образа сферы

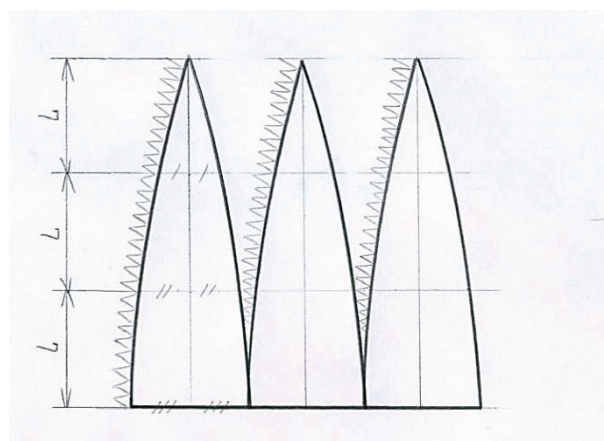


Рис.5,б. Развертки сферы

На горизонтальной плоскости проекций проводится срединный перпендикуляр к стороне многоугольника, который является приближенной формой окружности (экватора сферы). Затем строится развертка октанта сферы - «лепестки», высота которых (на развертке)

равна величине четверти длины главного меридиана сферы. Далее нужно достроить необходимое количество «лепестков».

Пересечение поверхностей, особенности крепления поверхностей между собой.

Для создания объекта общего вида необходимо пользоваться пересечением поверхностей простых объектов. Рассмотрим пример пересечения куба и пирамиды (рис.6,а,б).

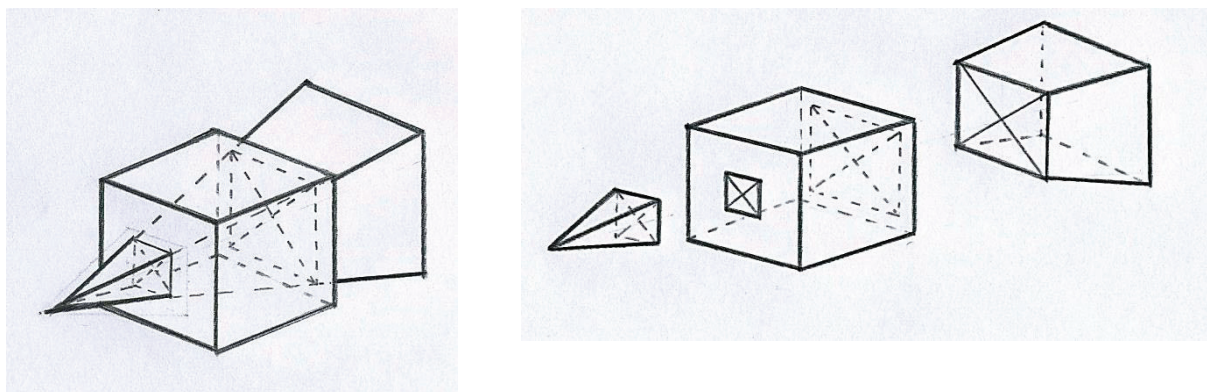


Рис.6.а. Пересечение двух объектов

На рис.6,а показан упрощённый вид пересечения двух объектов, где пирамида - модифицированный объект, а куб – цельный.

На рис.6,б показан более сложный вариант пересечения. Оба объекта модифицированные. Крепятся по принципу «сквозное-наружное».

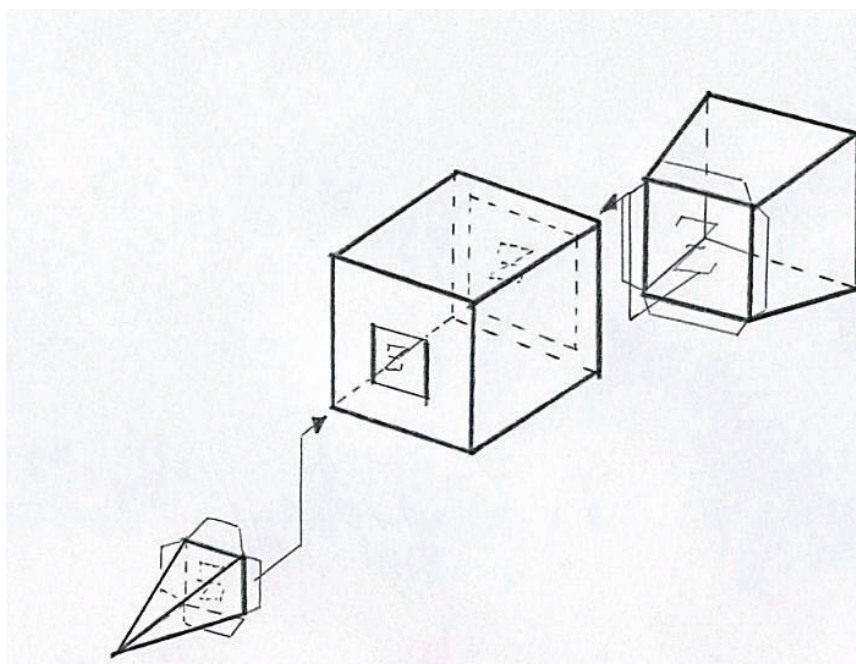


Рис.6,б. Пересечение двух объектов по принципу «сквозное-наружное»

Так же «сквозное-наружное» показано на рис.7,а:

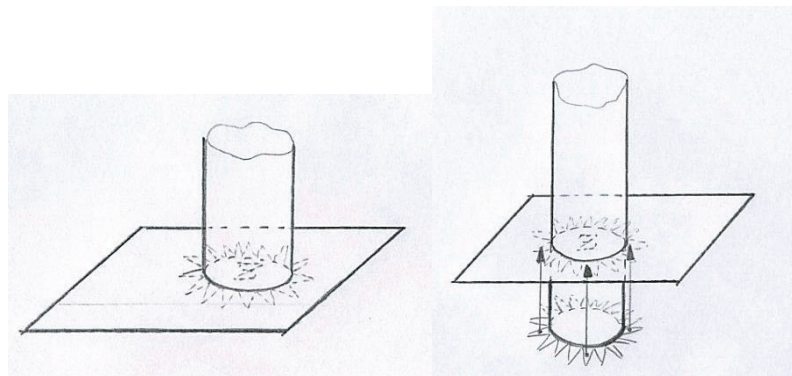


Рис.7а. «сквозное-наружное»

Существуют и другие способы крепления: «накладочное-наружное» (рис.7.б), «накладочное-внутреннее» (рис.7,в).

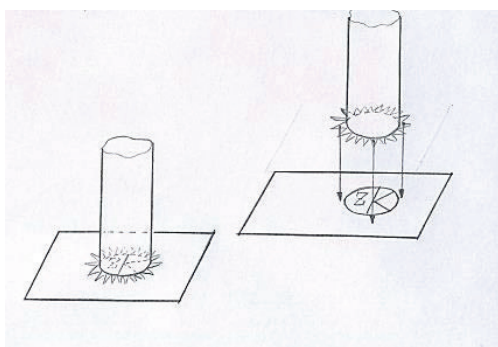


Рис.7,б. «накладочное-наружное»

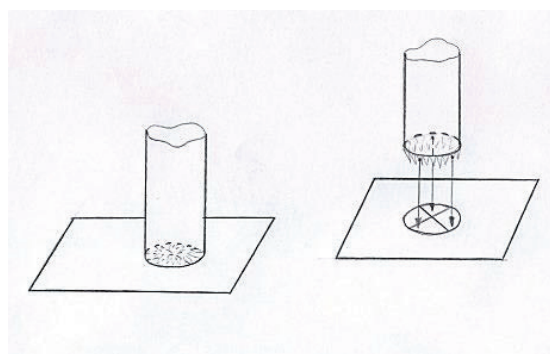


Рис.7,в. «накладочное-внутреннее»

Можно сделать вывод, что «сквозное-внутреннее» крепление - *невозможно*.

Правильное расположение «полей».

Поле - элемент развёртки, благодаря которому стороны развёртки соединяются между собой, как показано на рис.8:

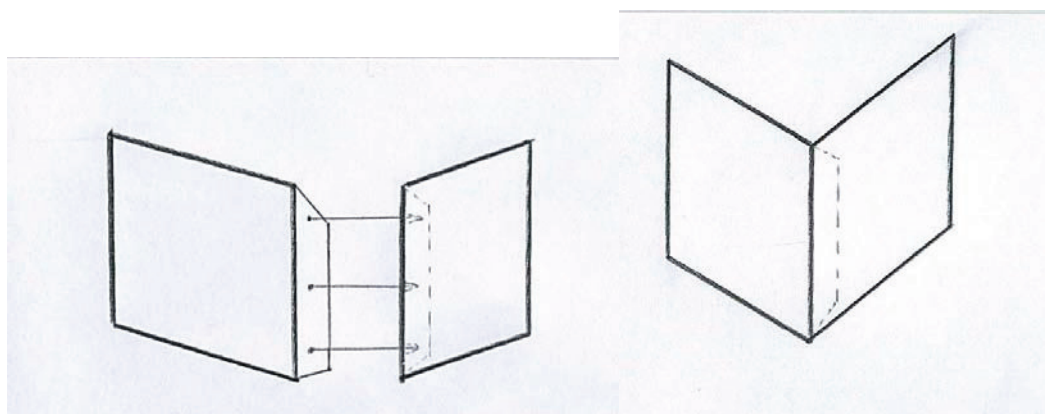


Рис.8. Крепление поверхностей между собой

Необходимость правильного расположения полей возникает при условии, когда элементы макета (детали, механизмы) совершают те или иные движения. При движении увеличивается износ деталей и механизмов. Пример на рис.9,а,б:

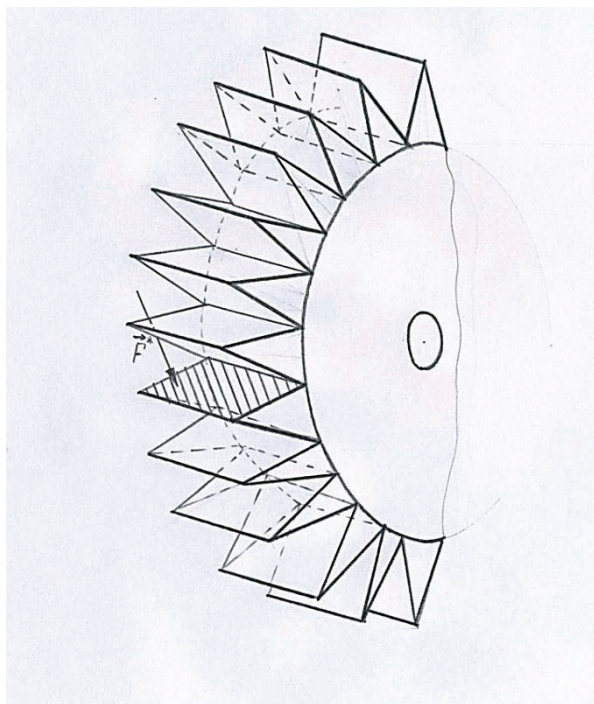


Рис.9,а. Шестерня

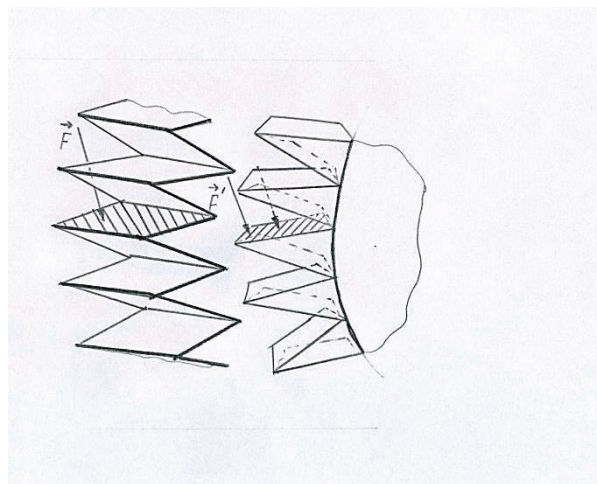


Рис.9,б. Правильное расположение «полей»

В примере с шестерней видно, что сила прикладывается на выделенную (заштрихованную) поверхность. Если поля жестко соединены со звездой, как на рис.9,б, то продавливания под действием силы не произойдет, так как действующая сила F распространяется на выделенной поверхности. Эта сила будет передаваться на поля в виде силы F' . В ином случае (поля жестко скреплены с ремешком) произойдет продавливание.

Помимо этого возникает необходимость упрощения сборки макета (необязательно подвижного).

Динамические макеты.

В этой части будут рассмотрены макеты, которые могут совершать движения под действием силы руки или за счет наличия в макете «генератора» механической энергии. Его и рассмотрим. Работает «генератор» благодаря конструктивным свойствам бумаги, ее работы на упругость («гармошка»). Расположение этой «гармошки» определяет суть работы «генератора»: растягивать или сжимать, как показано на схеме (рис.10,а,б).

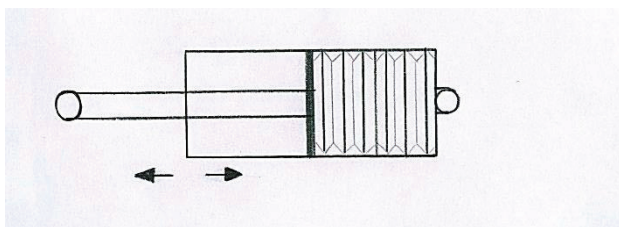


Рис.10,а. Растягивание

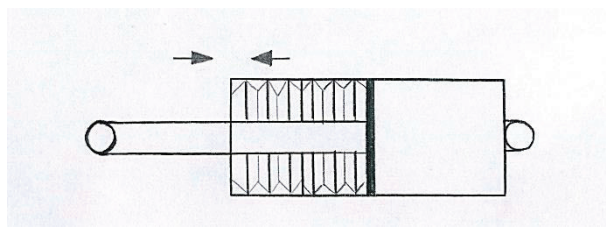


Рис.10,б. Сжатие

Из схемы видно, что «генератор» чем-то напоминает насос (со всеми характерными элементами). Его применение на примере (рис.11):



Рис.11. Применение «генератора»

Заключение.

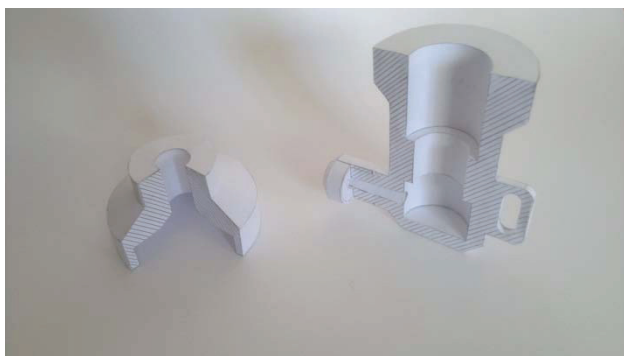
Учитывая все выше перечисленные особенности построения разверток, можно получить макеты любой сложности. Я выполнил макеты широкого диапазона: от простых объектов до сборочных единиц и механизмов, показанных на рис. 12:



Сфера (полигональная)



Сфера (сглаженная)



Детали сборочной единицы



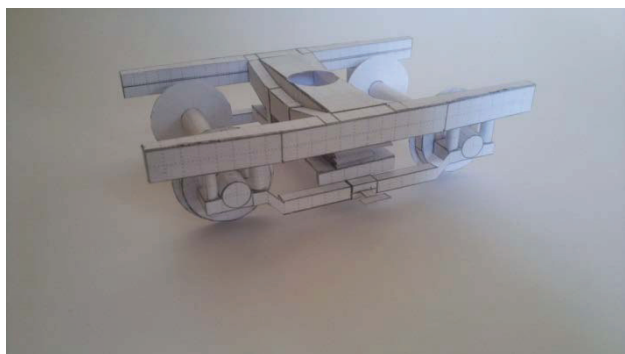
Сборочная единица



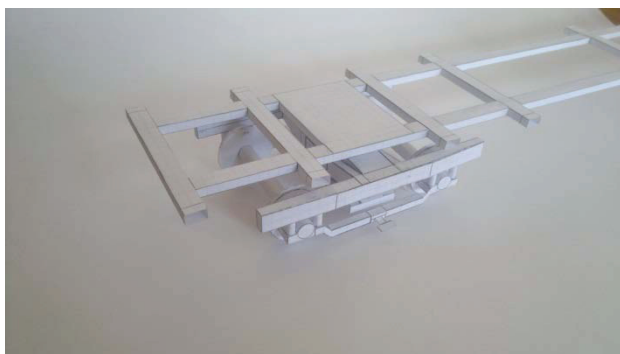
Пантограф



Гайка



Тележка вагона



Тележка и каркас вагона



«Генератор»

Рис. 12.

В дальнейшем я планирую построение разверток более сложных форм и создание макетов различных механизмов.

Список литературы

- 1.Калмыкова Н.В., Максимова И.А. Макетирование: Учебное пособие. – М.: Издательство «Архитектура-С», 2004.-96 с., ил.
- 2.Коротеева Л.И., Яскин А.П. Основы художественного конструирования: Учебник. – М.: Издательство «ИНФРА-М», 2011.-304 с. – (Высшее образование).
- 3.Лагерь А.И., Основы начертательной геометрии: Учебник/А.И. Лагерь, А.Н. Мота, К.С. Рушелюк. – 2-е издание – М.: Высшая школа, 2007.-281 с., ил.
- 4.Стасюк Н.Г., Киселева Т.Ю., Орлова И.Г. Макетирование: Учебное пособие, 2010.-96 с., ил.
- 5.Аргумент «За!» Молодежный научно-творческий журнал, №1, декабрь, 2007.
- 6.Молодежное многопрофильное конструкторское бюро. Приложение к журналу Аргумент «За!» №1(12), апрель, 2010.