

Геометро-графическая подготовка в рамках специалитета в русле всемирной инициативы CDIO

В.А. Семенов, С.Н. Абросимов, Д.Е. Тихонов-Бугров
semenov.1947@inbox.ru|abr-sn@yandex.ru|tbde@mail.ru

Балтийский государственный технический университет «Военмех», Санкт-Петербург, РФ

Аннотация: Рассматривается пример геометро-графической подготовки инженеров на базе САПР надувных конструкций. Показана концепция построения данной САПР, её место в учебном процессе. Среди достоинств отмечается междисциплинарность предложенного учебного процесса, ознакомление студентов с элементами инженеринговой деятельности, что обеспечивается обучением в русле всемирной инициативы CDIO.

Ключевые слова: геометро-графическая подготовка, САПР, надувные конструкции, CDIO.

Geometrical and graphic preparation within the framework of the speciality in the mainstream of the worldwide CDIO initiative

V.A. Semenov, S.N. Abrosimov, D.E. Tikhonov-Bugrov
Semenov.1947@inbox.ru|abr-sn@yandex.ru|tbde@mail.ru

Baltic State Technical University "Voennmeh", Saint-Petersburg, Russian Federation

Abstract : An example of geometrographic training of engineers based on CAD of inflatable structures is considered. The concept of building this CAD is presented, its place in the educational process is shown. Among the merits of such training is its interdisciplinarity and familiarization of the student with elements of engineering activity, which is provided by work in the mainstream of the worldwide CDIO initiative.

Keywords: geometrographic preparation, CAD, inflatable construction, CDIO.

В настоящее время, благодаря усилиям высокотехнологичных отраслей промышленности, РАН, ведущих вузов страны, приостановлен процесс сворачивания подготовки в рамках специалитета. Это обстоятельство позволяет организовать учебный процесс, располагая такими ресурсами, которых никогда не будет при обучении бакалавров.

Всемирная инициатива CDIO направлена на подготовку всесторонне образованных инженеров способных: планировать, проектировать, производить и применять сложные инженерные системы и процессы высокой добавленной стоимости [2]. Только в условиях подготовки специалистов (инженеров) возможно эффективно моделировать стадии: осмысления и планирования; проектирования; производства; применения.

Причём, данное моделирование в купе с интеграцией содержания разных дисциплин возможно в рассматриваемой ситуации уже на ранней стадии. Попутно отметим, что такая концепция обучения согласуется с известными трендами Д.В. Мантурова [7].

Базой для такого учебного процесса могут стать реальные САПР. В нашем случае такой базой является САПР надувных конструкций, разработанная авторами и реализуемая в довольно широком спектре номенклатуры изделий [9]. Рассмотрим подход к созданию данной САПР.

Надувные конструкции занимают достойное место в современной инженерной практике.

Из класса надувных конструкций можно выделить так называемые надувные каркасы, обеспечивающие форму изделия: надувные каркасы мобильных госпиталей, ангаров и т.д.; стартовые и финишные створы на трассах соревнований; баллоны надувных лодок и т.п. Примеры таких конструкций представлены на рис.1–4.

Их проектирование является актуальной инженерной задачей, особенно с использованием систем автоматизированного проектирования.

В рамках учебного процесса разработка таких прикладных систем является хорошим примером подготовки современного технического специалиста.

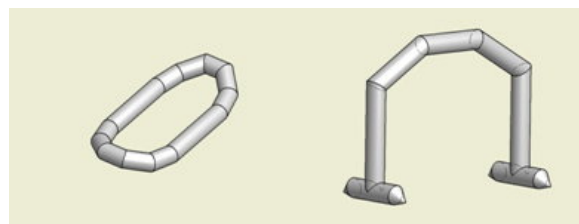


Рис. 1. Корпус рафта.

Рис. 2. Арка финишного створа.

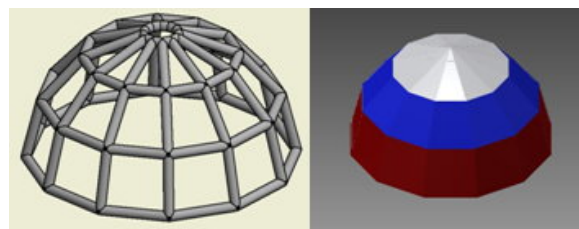


Рис. 3. Надувной каркас «полусфера».

Рис. 4. Каркас с тентом.

При проектировании надувных каркасов можно выделить следующие основные этапы:

- выбор конструкции каркаса и задание его характеристик;
- формирование трёхмерной модели изделия;
- исследование свойств модели;
- оптимизация параметров с возможным изменением структуры изделия;
- разработка технологических данных для автоматического раскроя материала и выпуск конструкторской документации.

Сама разработка таких приложений может использовать несколько подходов:

- создание библиотек трехмерных моделей и их фрагментов;

- разработка и использование шаблонов библиотек 2D и 3D элементов с таблицей параметров EXCEL;
- использование средств программирования, например C++, Python;
- разработка API – интерфейсов.

Приведённые на рисунках примеры изделий состоят из звеньев, каждое из которых – цилиндр или конус вращения, т.е. развёртываемая поверхность второго порядка. Эти поверхности целесообразно подбирать так, чтобы их сочетание подчинялось теореме Монжа. В этом случае сопрягаемые поверхности должны быть описаны вокруг одной сферы. Линия пересечения поверхностей – плоская кривая (эллипс). На плоскость симметрии линия пересечения проецируется в отрезок прямой. Плоскость симметрии – плоскость, заданная пересекающимися осями сопрягаемых поверхностей. Плоскость сечения, перпендикулярна плоскости симметрии.

Для задания исходных данных достаточно задать координаты центров сфер описываемых поверхностями и их радиусы. Если у изделия есть плоскости симметрии, исходные данные можно ограничить координатами сфер между этими плоскостями. Если радиусы сфер одного звена равны, то имеет место цилиндр вращения, если не равны – конус вращения. Эти данные удобно свести в таблицу, или несколько таблиц. Для примера рассмотрим исходные данные финишной арки приведённой на рис. 2.

Данные верхней части сведены в таблицу 1; данные нижней части – в таблицу 2. Графическая иллюстрация исходных данных приведена на рис. 5.

Точки	X	Y	Z	R
1	0	0	3600	200
2	950	0	3600	200
3	2500	0	2700	200
4	2500	0	0	200

Таблица 1. Табличные данные верхней части модели.

Точки	X	Y	Z	R
1	2500	1225	-150	0
2	2500	750	0	500
3	2500	0	0	500

Таблица 2. Табличные данные нижней части модели.

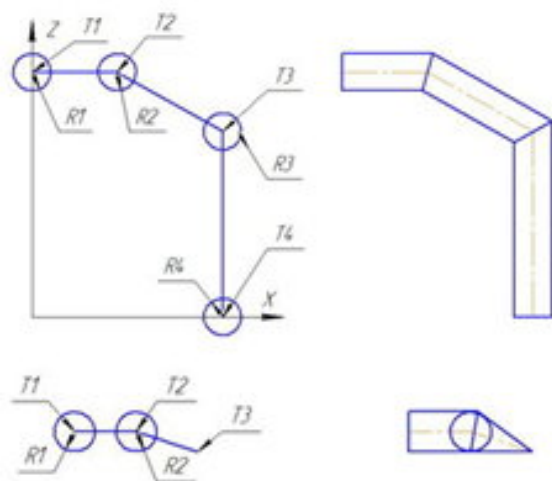


Рис. 5. Исходные данные для построения модели арки финишного створа.

При формировании трехмерной модели изделия исходные данные могут быть внесены в компьютер в виде электронных таблиц или непосредственно в виде параметров модели. На основании этих данных создаётся трёхмерная параметризованная модель изделия.

Для этого можно использовать практически любой пакет трёхмерного моделирования (например, Компас-3D, Inventor, SolidWorks и др.). С полученной трёхмерной моделью можно провести необходимые исследования:

расчёт снеговой нагрузки, ветроустойчивость, прочностные расчёты и т.д. Эти программные модули, практически представляют самостоятельные САПР.

При необходимости осуществляется корректировка исходных данных. Для этого в некоторых случаях достаточно изменить значения параметров в таблицах исходных данных и провести перестроение трёхмерной модели. Если этого недостаточно, то можно изменить структуру сооружения – создать новые таблицы исходных данных и новую трёхмерную модель. Результатом такого итерационного процесса будет трёхмерная модель, удовлетворяющая заданным требованиям.

Конечным этапом проектирования является выпуск конструкторской документации, включающий построение развёрток (выкроек) отдельных звеньев. Этот процесс также может быть автоматизирован. Поскольку отдельные звенья – развёртываемые поверхности, большинство графических пакетов позволяет получить развёртки непосредственно с трёхмерной модели. Для этого нужно выделить отдельное звено, обозначить место разреза и выдать команду на построение развёртки. При наличии раскrojного центра модель развёртки в большинстве случаев является исходным данным для её непосредственного изготовления.

Опыт построения надувных каркасов различных изделий позволяет провести некоторое объединение проектов или их элементов в отдельные группы, схожие по своей структуре. Например: для построения верхней части арки финишного створа рис. 5 и вертикальных стоек надувного каркаса полусферы рис. 3 строятся модели трёхзвенных конструкций. Как видно, по своей структуре они совпадают с исходными данными для верхней части финишного створа. Для их построения можно использовать одну и ту же модель с корректировкой исходных данных. Для рафта используется четырёхзвенная модель (при наличии двух вертикальных плоскостей достаточно построить модель четверти рафта). Тем не менее, наличие структурных отличий незначительно усложняет задачу. В таблицу 3 с исходными данными, кроме числовых изменений, добавляется одна строка дополнительных исходных данных (рис. 6).

Точки	X	Y	Z	R
1	0	880	0	300
2	1320	880	0	300
3	2000	600	140	300
4	2200	220	320	300
5	2200	0	320	300

Таблица 3. Табличные данные для построения модели рафта.

В работах [1, 3, 10] рассматривается возможность использования проектного обучения с элементами инжиниринга. Значительный интерес представляет опыт болгарских коллег [6].

Однако, обучение на ранней стадии с использованием реально практикуемой САПР, нам неизвестно.

При обучении на базе данной САПР имеется возможность интеграции следующих дисциплин: начертательной геометрии; инженерной и компьютерной графики; сопротивления материалов (прочностные расчёты с учётом свойств материалов и нагрузок, в том числе – ветровых);

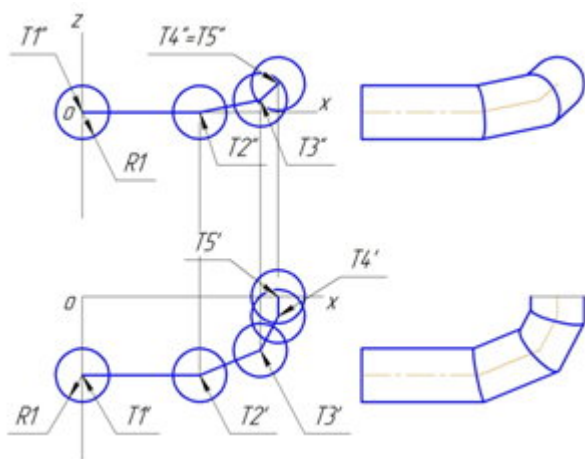


Рис.6. Исходные данные для построения модели рафта

материаловедения (подбор материалов, клеев с учётом процессов старения); основ автоматизированного проектирования; технологии (раскрой, склеивание, сварка).

Минимальный потребный временной ресурс – семестр.

Основными особенностями проектного подхода является более высокий уровень заинтересованности, комплексность задания и поэтому выделяет студентов, занимающихся по этой траектории по отношению к традиционному (предметному) подходу. Общая оценка за работу складывается из оценки вклада студента в реализацию задания и оценки защиты работы.

Данный проект, как и другие, является авторским и осуществляется востребованными специалистами в своей области, что требует больших трудозатрат. Сюда входит и написание методических пособий и разработка гибких педагогических сценариев.

При соответствующей договорённости с профилирующей кафедрой, возможен перенос части учебного процесса в рамки курса «Основы САПР».

Заключение

Важно отметить, что речь не идёт о формальном использовании готовой САПР. Моделируется среда, в которой студент изучает назначение и потребность в данной продукции, создаёт техническое задание, осмысливает геометрию изделия, алгоритмы проектирования, вносит свои коррективы, проводит выбор материалов, получает модель объекта, реализует продукт (чаще в виде маломасштабной модели или распечатки на 3D принтере, а в ряде случаев, привлекается к производству реального продукта), обсуждается процесс утилизации. Важным моментом учебного процесса является изучение соответствующих стандартов [4, 5, 8].

Литература

- [1] Бойков А.А. Компьютерные средства поддержки учебных курсов графических дисциплин //Геометрия и графика, 2013. Т.1. Вып.2.
- [2] Всемирная инициатива CDIO стандарты. Изд. ТПУ, 2011.
- [3] Вышнепольский В.И., Сальков Н.А. Цели и методы обучения графическим дисциплинам //Геометрия и графика. 2013. Т.1. Вып.2.
- [4] ГОСТ 34.003-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения».

- [5] ГОСТ 23501.101-87 «Системы автоматизированного проектирования. Основные положения».
- [6] Лепаров М.Н., Попов М.Х. Состояние и тенденции геометро-графической подготовки как компоненты инженерного образования в Болгарии //Геометрия и графика. 2014. Т.2. Вып.1.
- [7] Мантуров Д.В. Инженеры становятся специалистами – универсалами. www.enginrussia.ru/Manturov-lektzia.pdf
- [8] РД 250-680-88 «Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения»
- [9] Семёнов В.А., Тихонов-Бугров Д.Е., Дюмин В.А. Геометро-графические элементы САПР надувных конструкций. Динамика систем, механизмов и машин. 2016 Т.4, №1.
- [10] Столбова И.Д. Актуальные проблемы графической подготовки студентов в технических вузах //Геометрия и графика. 2014. Т.2. Вып.1.

Об авторах

Семенов Виктор Алексеевич, доцент кафедры «Инженерная и машинная геометрия и графика». Балтийского государственного технического университета «Военмех», г. Санкт-Петербург. Его e-mail semenov.1947@inbox.ru

Абросимов Сергей Николаевич, к.т.н., профессор кафедры «Инженерная и машинная геометрия и графика». Балтийского государственного технического университета «Военмех», г. Санкт-Петербург. Его e-mail abr-sn@yandex.ru

Тихонов-Бугров Дмитрий Евгеньевич, к.т.н., профессор, зав. кафедрой «Инженерная и машинная геометрия и графика». Балтийского государственного технического университета «Военмех», г. Санкт-Петербург. Его e-mail tbde@mail.ru