

Интегрирование CAD программ в производственный процесс на примере проекта SmartMoto

Integration of CAD programs in the production process on the example of the SmartMoto project

Николенко А.Д.

Студент Московского политехнического университета
e-mail: naver1@yandex.ru

Nikolenko A.D.

Student of Moscow Polytechnical University
e-mail: naver1@yandex.ru

Моисеев М.М.

Студент Московского политехнического университета
e-mail: zenitoleola@gmail.com

Moiseev M.M.

Student of Moscow Polytechnical University
e-mail: zenitoleola@gmail.com

Крюков М.С.

Старший преподаватель кафедры «Инженерная графика и компьютерное моделирование»
Московский политехнический университет, факультет базовых компетенций
e-mail: miha_krukov@mail.ru

Krykov M.S.

Senior lecturer of department of engineering graphics and computer modeling
Moscow Polytechnic University, Base competition faculty.
e-mail: miha_krukov@mail.ru

Аннотация

В данной работе рассматривается применение *CAD* программ в гибком производственном процессе для оптимизации производства прототипа электромотоцикла студенческой команды *SmartMoto Polytech*.

Ключевые слова: моделирование, прототипирование, проектирование, производство.

Abstract

In this paper, the application of *CAD* programs in a flexible production process for optimizing the production of the prototype electrobike of the *SmartMoto Polytech* student team is considered.

Keywords: modeling, prototyping, design, manufacturing.

SMC Polytech – команда молодых инженеров, учащихся Московского политехнического университета. Мы разрабатываем электромотоциклы и участвуем на них в международных соревнованиях *Smart Moto Challenge* в Барселоне, Испания [1, 2]. За год команде студентов необходимо разработать и сконструировать электромотоцикл, который, впоследствии, будет проходить динамические и статические испытания на гонке перед руководителями и инженерами иностранных компаний в области электротранспорта и смежных областей. Команда проводит огромную работу: помимо расчетов и сборки студенты сами производят

большую часть деталей, которые используют в своем байке. Электротранспорт – это новое, быстроразвивающееся и перспективное направление, на которое ориентируются всё больше крупных производителей.

В данной статье мы попытались изложить наш успешный опыт в интегрировании *CAD* программ (в частности, *SolidWorks*) в производственный процесс на примере нашего проекта.

SolidWorks (Солидворкс) [3] – программный комплекс систем автоматизированного проектирования для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах разработки технологической и конструкторской документации для производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения. Продукт разработан французской компанией *Dassault systemes* в 1995 г.

Включает в себя модули для проектирования твердотельных *3D* моделей, создания электрических схем (*SW Electrical*), проведения прочностных и аэродинамических расчётов, модуль *CAM*, средства для контроля качества и др. [4].

SolidWorks (далее *SW*) очень схож с другими *CAD* (*Autodesk Inventor*, *KOMPAS 3D*, *T-Flex*), однако, этот продукт имеет некоторые преимущества, которые стали определяющими в выборе ПО. У команды был опыт работы с другими программами, но все они по определённым критериям не подошли.

Сейчас мы используем *SW* для создания подробных *3D* моделей, составления технической документации, чертежей [5, 6], проведения расчётов на прочность [7], создания рендеров и проектирования технологического процесса, написания управляющих программ для оборудования с ЧПУ.

Во время проектирования пятого прототипа нам пришлось задуматься о возможностях оптимизации производственного процесса. Это сильно экономит время на создание прототипа и повышает его качество.

В прототипе байка мы используем в качестве несущей конструкции стальную раму, изготовленную из труб. Так как это главный элемент конструкции, к ней предъявляются повышенные требования по точности и качеству изготовления.

Производственный процесс включает в себя такие пункты:

- 1) резка и подготовка труб;
- 2) торцевание труб для их взаимной стыковки;
- 3) базирование труб на стапеле с помощью технологической оснастки;
- 4) сварка.

Из всех этих процессов наибольшую сложность для нас представляет процесс торцевания и подготовки труб.

Торцевание – это процесс обрезки краёв труб, необходимый для их последующей плотной стыковки. Это так же помогает улучшить качество сварных швов и лёгкость их создания.

Для совершения этой операции мы используем торцеватель ленточного типа со сменными вальцами – оснасткой (рис. 1). Процесс выглядит следующим образом.



Рис.1. Торцеватель ленточного типа

Необходимая длина заготовки вычисляется при помощи инструмента измерений в *SW*. После этого труба, отрезанная на лентопильном станке, устанавливается в зажимы

торцевателя, предварительно отрегулированные на нужный угол. После этого начинается процесс торцевания. В этом месте мы сталкиваемся с проблемами.

1. Очень сложно определить момент, когда деталь станет необходимой формы и размеров.

2. При создании труб, которые имеют стыковку с двумя и более трубами сложно определить взаимное расположение стыков труб.

В связи с этим нам пришла идея оптимизировать этот процесс. Мы изготавливаем «развёртку» трубы в месте необходимого соединения. После чего распечатываем на бумаге и наклеиваем её на участок трубы. В результате получаем видимый контур, который необходимо получить в результате торцовки.

Процесс создания развёртки выглядит следующим образом:

1. По существующей 3D модели рамы мы выбираем необходимую трубу.

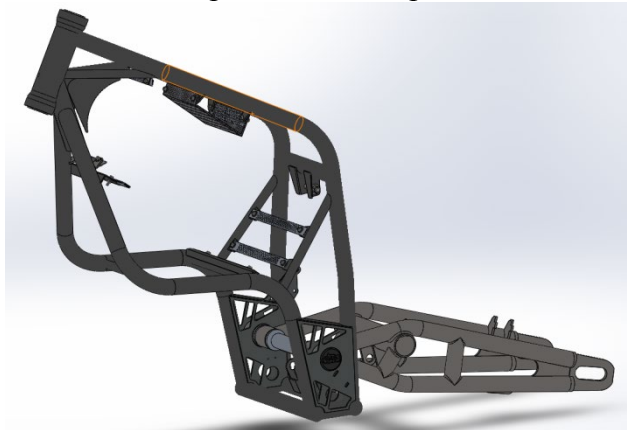


Рис. 2. Полная модель рамы

2. Труба изолируется из сборки.

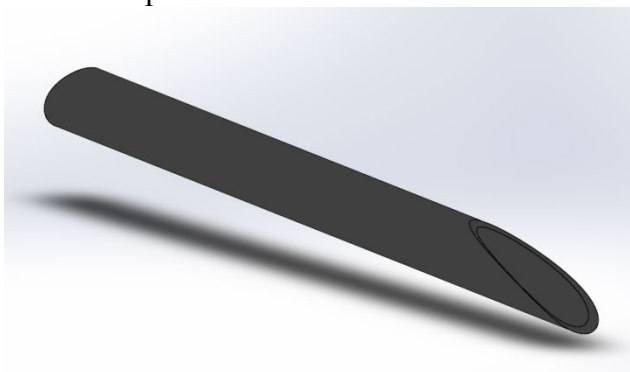


Рис. 3. Изолированная труба

3. Создаётся необходимая система координат, выбирается плоскость.

4. В этой системе мы выбираем плоскость, перпендикулярную оси трубы с помощью нескольких построений.

5. В этой плоскости мы производим вырез кромки с одной стороны величиной 0,1 мм.

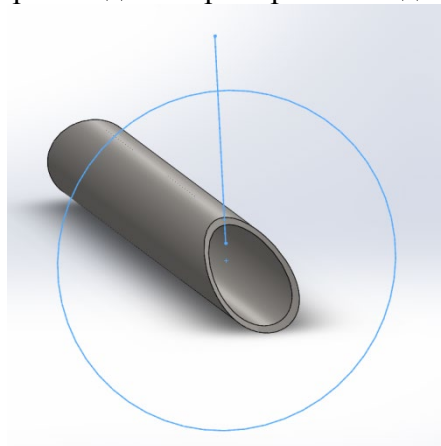


Рис. 4. Эскиз выреза кромки

6. Определяем элемент трубы как изгиб листового металла при помощи инструмента «сгибы».

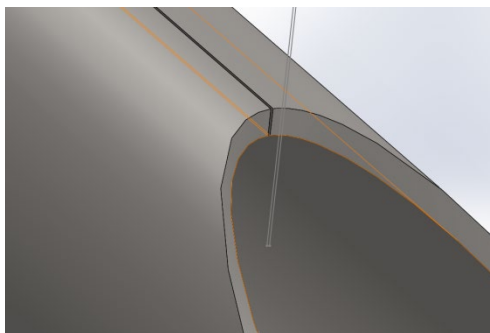


Рис. 5. Место рассечения трубы

7. С помощью преобразования модели в листовую металл и инструмента «развертка» мы делаем развёртку трубы.



Рис. 6. Развёртка трубы

8. Полученная развёртка сохраняется в любом удобном для печати формате и наклеивается на трубу таким образом, чтобы труба была обёрнута вокруг листом бумаги.
9. По полученной траектории производится торцевание любым удобным способом.

В результате данной оптимизации нам удалось сократить время изготовления рамы на неделю, качество сварочных швов существенно улучшилось. Качественно торцованные трубы гораздо легче выставлять на стапеле. Построенная рама прошла проверку в «боевых» условиях. Нам удалось одержать победу в соревнованиях.

Известная гонщица Анастасия Нифонтова (неоднократный призёр многочисленных соревнований, таких как *DAKAR*) на нашем мотоцикле установила рекорд скорости на электромотоцикле на фестивале «Байкальская миля».

Литература

1. Smart Moto Challenge v5. YouTube [электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=pQJiBPdD3Rg>. – Загл. с экрана.
2. Barcelona. SmartMoto Challenge MAMI team. YouTube [электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=fGAvJT6bN6o>. – Загл. с экрана.
3. SolidWorks. Электронная энциклопедия Wikipedia [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>. – Загл. с экрана.
4. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике/ А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И Харитонович, Н.Б Пономарев – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.
5. Поликарпов Ю.В. Содержание вузовского курса начертательной геометрии в эпоху третьей промышленной революции // Геометрия и графика. – 2018. – №3. – С. 49–55. – DOI: 10.12737/article_5bc453447db654.91666264
6. Харах М.М., Славин Б.М., Козлова И.А., Гусева Т.В. Построение линии пересечения некоторых сложных поверхностей // Геометрия и графика. – 2015. – №2. – С. 38–45. – DOI: doi.org/10.12737/12167

7. *Савельев Ю.А., Черкасова Е.Ю.* Вычислительная графика в решении нетрадиционных инженерных задач // Геометрия и графика. – 2020. – №1. – С. 33–44. – DOI: <https://doi.org/10.12737/2308-4898-2020-33-44>.