

## Автоматизация проектирования электромеханических исполнительных органов космического аппарата

Стасевский Виктор Игоревич, аспирант

Национальный исследовательский Томский политехнический университет (г. Томск)

С повышением требования по точности ориентации космических аппаратов, увеличению срока их активного существования возникает необходимость дальнейшего совершенствования характеристик исполнительных органов [1].

Создание автоматизированной системы проектирования с оптимизацией ключевых параметров электромеханических систем различного назначения позволяет эффективно проектировать такие системы.

При разработке электромеханических исполнительных органов космических аппаратов, являющихся многомерными механическими системами, возникает необходимость удовлетворения все возрастающих требований по линейности управления, диапазону управляющих моментов, точности, быстродействию, ресурсу, потреблению электроэнергии, габаритам и массе, максимальной надежности и жесткости конструкции, динамическим качествам.

Оптимизировать такой комплекс технических характеристик чрезвычайно сложно потому, что электромеханический исполнительный орган космического аппарата является многопараметрической системой, что улучшение одного из параметров влечет за собой ухудшение других, поскольку все они взаимосвязаны как прямой, так и обратной зависимостями [2].

В настоящее время существует программное обеспечение, помогающее улучшить качество проектирования приборов за счет 3D-моделирования. Трехмерное проектирование деталей и узлов в изделиях приборостроения, реализованное в рамках системы автоматизированного проектирования, зарекомендовало себя эффективным и перспективным направлением дальнейшего развития современной технологии проектирования сложных электромеханических систем, каковыми являются электромеханические исполнительные органы космического аппарата [3].

3D-моделирование изделий приборостроения позволяет спроектировать деталь или узел изделия в виде конечного готового состояния, соблюдая все конструктивные особенности проектируемого объекта. При наличии дополнительных модулей CAD системы на 3D-моделях в процессе проектирования можно проводить статистический и динамический анализ, а также применять ЧПУ для различных механических, и технологических операций [3,4]. В настоящее время на международном рынке САПР существует множество CAD-систем, успешно внедряемых в процесс разработки новых изделий как в России, так и за рубежом.

Разработка процесса автоматизированного проектирования электромеханического устройства космического назначения складывается из следующих этапов:

- технической концепции САПР;
- структурной схемы САПР;

- алгоритма проектных процедур этапов проектирования;

- создание автоматизированного процесса управления проектными процедурами;

- разработки системы автоматизированного выпуска документации и документооборота конструкторской документации (PLM) в структуре служб организации (архив, технологические и производственные службы, снабженческие службы).

На рисунке 1 представлен один из вариантов схемы САПР электромеханических устройств космического назначения.

Для создания САПР схемы электромеханических устройств космического назначения наиболее эффективно использовать CAD-систему "T-FLEX CAD 3D" отечественного производителя компании "ТопСистемы".

В систему T-FLEX CAD 3D входят следующие модули:

- T-FLEX DOCs
- T-FLEX Анализ
- T-FLEX Динамика
- T-FLEX ЧПУ T-FLEX CAD

T-FLEX CAD — полнофункциональная система автоматизированного проектирования, обладающая всеми современными средствами для разработки проектов любой сложности.

Система объединяет мощные параметрические возможности трехмерного моделирования со средствами создания и оформления конструкторской документации [5].

T-FLEX DOCs предназначен для решения задач конструкторско-технологического и организационно-распорядительного документооборота, а также комплексного управления инженерными данными предприятия [5].

T-FLEX Динамика представляет собой программный модуль, интегрированный в систему T-FLEX CAD, и позволяющий производить динамические расчёты и анализ пространственных механических систем [5].

T-FLEX ЧПУ 3D - это интегрированный с T-FLEX CAD модуль, который позволяет создавать траектории обработки, опираясь на трехмерную геометрию (тела, грани, ребра, 3D-пути, ЛСК - локальные системы координат) [5].

Информационно-справочная подсистема и подсистема специализированных программ могут быть построены с использованием модуля T-FLEX DOCS.

Подсистема 3D-моделирования и подсистема выпуска конструкторской документации могут быть построены с использованием модуля T-FLEX CAD 3D и T-FLEX CAD 2D.

Подсистема механического анализа строится на использовании модулей —

T-FLEX АНАЛИЗ и T-FLEX ДИНАМИКА.

Подсистема технологической подготовки производства строится на использовании модулей T-FLEX ЧПУ 2D,3D и имитатора обработки деталей Nc Traser.



Рис. 1. Схема САПР электромеханических устройств космического назначения

- |   |   |
|---|---|
| 1 – Справочные данные (материалы, допуски, коэффициенты и др.); | 7 – Анализ на статические воздействия;                |
| 2 – Банк типовых конструкторских решений;                       | 8 – Анализ на динамические воздействия;               |
| 3 – Общие сведения из ЕСКД;                                     | 9 – Проверка на акустические воздействия;             |
| 4 – Расчет параметров исполнительных органов;                   | 10 – Выпуск подлинников КД;                           |
| 5 – Создание 3D моделей элементов и 3D сборка;                  | 11 – Внесение изменений в КД;                         |
| 6 – Частотный анализ;   | 12 – Разработка управления программ для станков с ЧПУ |

### Литература:

1. Системы управления космическими аппаратами; Исполнительные органы: назначение, принцип действия, схемы, конструкция : учебное пособие / Г. Н. Гладышев, В. С. Дмитриев, В. И. Копытов; Томский политехнический университет. Ч. 1. — Томск: Изд-во ТПУ, 2000. — 207 с.
2. Костюченко, Тамара Георгиевна. Аналитическое конструирование электромеханических исполнительных органов систем ориентации космических аппаратов: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Т. Г. Костюченко; Томский политехнический университет систем управления и радиоэлектроники. НИИАЭ. — Томск: 1998. — 336с.
3. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов / И. П. Норенков. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. — 430, [2] с.: ил. — («Информатика в техническом университете»).
4. Костюченко, Тамара Георгиевна. САПР в приборостроении. Учебное пособие / Т.Г. Костюченко. Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 207 с.
5. T-FLEX CAD. Трехмерное моделирование. Руководство пользователя. (электронный документ) — АО «Топ Системы», 2019. — 1412с.