

УДК 004.422.81-629.7.013.1

Автоматизация проектного расчета массово-центровочных и инерционных характеристик изделий аэрокосмической техники

Конюшевский Кирилл Сергеевич^(*)

vpk@vpk.npomash.ru

АО «ВПК «НПО машиностроения», Реутов, Московская обл., Россия

Аннотация. На основе программного интерфейса систем автоматизированного проектирования КОМПАС-3D, Solidworks, Inventor, Creo реализовано автоматическое получение исходных данных для расчета массово-центровочных и инерционных характеристик из трехмерных моделей изделий. Был разработан алгоритм обхода дерева сборки. Параметры для создания инерционно-массовой модели определялись методами тензорного исчисления. Программное обеспечение написано на языке Python, имеет функционал редактирования массовой модели напрямую без взаимодействия с трехмерной моделью.

Ключевые слова: массово-центровочные и инерционные характеристики, изделия аэрокосмической техники, автоматизация проектных расчетов, инерционные модели, создание программного обеспечения

Введение. В ходе опытно-конструкторских работ (ОКР) по созданию изделий аэрокосмической техники для обеспечения наивысшей эффективности целевых показателей производится оптимизация компоновки и массовая оптимизация КА. Из-за большого объема вводных данных задачу оптимизации компоновки КА невозможно решить аналитическими методами, из-за чего при проектировании обращаются к автоматизированному проектированию с использованием электронно-вычислительных машин [1]. На большинстве этапов ОКР информация о используемой бортовой аппаратуре, исполнении конструктивных элементов, расположении жгутов, трубопроводов, теплоизоляционных матов и т. п. представлена не полностью. Это приводит к необходимости строить упрощенные массово-инерционные модели (МИМ) в дополнение к главной сборке проектанта [2].

Материалы и методы; результаты. Для создания МИМ изделия для всех его деталей и сборочных единиц задаются следующие параметры: масса, положение центра масс, тензор инерции, положение в дереве проектирования. Этого набора достаточно для описания инерционных свойств твердого тела [3]. Дополнительно задаются или импортируется материал каждой из деталей, что позволяет проектанту заменять его по ходу расчета. Современные системы автоматизированного проектирования (САПР) решают данную задачу [4], однако из-за описанной ранее проблемы неполноты исходных данных, трехмерные модели требуют дополнительных изменений для расчета. Решение представлено в виде ПО на языке Python, которое через коннектор win32com подключается к программному интерфейсу САПР, получая из него описанные ранее параметры, предоставляя возможность редактиро-

вать массовую модель на месте без изменения в исходной сборке с автоматическим пересчетом МЦИХ. В случае же изменения исходной компоновки при импорте в сохраненную ранее МИМ, быстро могут быть получены новые МЦИХ без необходимости повторного задания параметров.

Заключение. Результатом работы является ПО для расчета МЦИХ КА на основе его трехмерной модели из САПР: КОМПАС-3D, Solidworks, Inventor, Creo. Автоматизация импорта данных позволяет уменьшить долю человеческих ошибок, которые могли бы возникнуть при ручном вводе, а также сокращает время подготовку расчета, позволяя уделять большее внимание построению точной МИМ, которая далее в рамках ОКР служит исходными данными для динамических, кинематических расчетов, расчетов на прочность.

Список источников

- [1] Туманов А.В., Зеленцов В.В., Щеглов Г.А. *Основы компоновки бортового оборудования космических аппаратов*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018, 572 с.
- [2] Волоцуев В.В., Ткаченко И.С., Сафронов С.Л. Выбор проектных параметров универсальных платформ малых космических аппаратов. *Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета)*, 2012, № 2 (33), с. 35–47.
- [3] Магнус К. *Гироскоп. Теория и применение*. Москва, Мир, 1974, 533 с.
- [4] Руководство пользователя КОМПАС-Invisible (API КОМПАС-3D). ООО «АСКОН-Системы проектирования», 2020, 5492 с.