При этом номинальный ресурс болтовых соединений не был исчерпан. Эти аварии поставили вопрос о достоверности расчетных методик, которые были использованы для определения напряженно-деформированного состояния (НДС) болтовых соединений. В связи с этим является актуальной разработка расчетно-экспериментальных подходов к исследованию НДС болтового соединения рабочего колеса гидротурбины.

Цель работы – создание методики для исследования НДС болтового соединения рабочего колеса гидротурбины в лабораторных условиях на образцах, имитирующую термозатяжку и реальные условия нагружения.

В основу положено математическое моделирование исследуемых объектов на основе метода конечных элементов [1]. При построении конечно-элементной сетки использовались трехмерный восьмиузловой конечный элемент для 3D модели и плоский четырехузловой для 2D модели. Также используется алгоритм моделирования контактного взаимодействия с целью анализа напряжений в области головки болта. Информация о нагружении болтов получена из расчета гидротурбины вцелом. Результаты численных исследований показали, что получена адекватная конечно-элементная модель, обеспечивающая достаточную точность при оценке НДС системы. Также установлены коэффициенты концентрации напряжений.

Разработана расчетно-экспериментальная модель для проверки полученных результатов в лабораторных условиях. Полученные результаты могут быть использованы для расчета ресурса болтовых соединений гидротурбин.

Список литературы: 1. *Зенкевич О.К.* Метод конечных элементов в технике. – М.:Мир, 1975. - 420с.

УДК 629.783

***ГРОСОВА Н.К.*, *КУЗНЄЦОВ Ю.О.*,** канд. техн. наук, доц.,
НПП "Хартрон-Аркос»,

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ТА ВИКОНАВЧИХ ОРГАНІВ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КОСМІЧНОГО АПАРАТА

При побудові системи управління космічного апарата використовується принцип управління зі зворотнім зв’язком.

Розроблено математичні моделі вимірювальних приладів (вимірювача кутової швидкості, астровимірювальної системи, сонячного датчика) та виконавчих органів (двигунів-маховиків, реактивних двигунів).

Математичні моделі вимірювальних приладів побудовані таким чином, щоб враховувались самі вимірювання приладів та їх похибки. Це необхідно для того, щоб при виборі параметрів приладів забезпечити необхідну точ-

ність вимірювань та адекватність математичних моделей. Виконавчі органи вибирають за величиною кінетичного та управляючого моментів і за необхідним часом розвороту космічного апарату. Ці властивості для двигунів-маховиків та реактивних двигунів в полному обсязі були відтворені у побудованих моделях.

Розроблені математичні моделі використовуються для створення програмних модулів, що забезпечують математичне моделювання процесів функціонування системи управління. За допомогою цих моделей можливо відтворити повну систему управління космічного апарата, в тому числі з урахуванням обурюючих моментів.

Список літератури: ***1.*** *Самарский А. А., Михайлов А. П.* Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. – М.: Физматлит, 2001. ***2.*** *Раушенбах Б.В., Токарь Е.Н.* Управление ориентацией космических аппаратов. – М.: Наука, 1974. – 600 с. ***3.*** *Советов Б.Я., Яковлев С.А.* Моделирование систем: Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 271 с.

УДК 629.78

ГУДЗЕНКО А.В., УСПЕНСКИЙ В.Б., канд. техн. наук, доц.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ОРІЄНТАЦІЄЮ ПРУЖНИХ КЛА

В сучасній теорії керування існує ряд методів, які можуть дати рішення задачі високоточного управління переорієнтацією та стабілізації пружного КЛА. Для отримання рішення і його аналізу були взяті наступні методи:

- метод модального управління;
- оптимізація управління за квадратичним критерієм;
- методи зворотних задач динаміки;
- метод функції Ляпунова;
- аналітичне конструювання оптимального регулятора.

Для порівняння цих методів було розглянуто спрощену задачу плоского обертання з одним пружним елементом. Під плоским обертом мається на увазі оберт, який здійснюється відносно нерухомої осі.

У даній роботі буде отримане рішення кожним методом та зроблені висновки о спроможності цього метода вирішити початкову задачу. Будуть розглянуті позитивні та негативні сторони кожного методу, як для рішення задачі плоского обертання з одним пружним елементом, так і вихідної задачі високоточного управління переорієнтацією та стабілізації пружного КЛА.

З урахуванням проведеного аналізу, обрано подальший напрям у розробці високоточних методів управління переорієнтацією пружного КЛА.