

**Решение и анализ результатов.** Для моделирования оболочек использовалась классическая теория. Решение задачи для каждой из расчетных схем контактного взаимодействия проводилось с помощью метода сопряжения. Для определения критических длин бандажа, выполнялось варьирование параметра  $L$  с последовательным переходом от одной конфигурации контакта к другой. Длина бандажа, при которой прогибы в т.  $x=0$  становятся равными, является первой критической длиной, которая переводит первую схему контакта во вторую. Второй критической длиной является длина, при которой становятся равными кривизны. После перехода к третьей схеме контакта, дальнейшее увеличение  $L$  приводит к тому, что длина бесконтактного участка ( $L-l$ ) асимптотически стремится к постоянному значению – полный контакт между оболочкой и бандажом не реализуется.

В результате расчетов для конкретных параметров соединения были получены критические длины бандажа, исследовано влияние на них толщин оболочки и бандажа, а также выполнен анализ напряженно-деформированного состояния для каждой конфигурации контакта.

**Выводы.** Для цилиндрической оболочки с бандажом из ортотропного материала разработана методика определения критических длин бандажа, при которых осуществляется переход от одной схемы контактного взаимодействия к другой. Методика реализована программно в математическом пакете Maple и апробирована на ряде численных экспериментов.

**Список литературы:** 1. *Новожилов В.В.* Теория тонких оболочек. – Спб.: Судпромгиз, 1962. – 432с. 2. *Колкунов Н.В.* Основы расчета упругих оболочек – М.: Высшая школа, 1963. – 278с. 3. *Львов Г.И., Ткачук А.Н.* О влиянии кинематических гипотез на характер контактного взаимодействия цилиндрической оболочки с бандажом // Вестник НТУ «ХПИ». – 2006 . – Вып.32 – С. 98-104. 4. *Блох М.Б.* К выбору модели в задачах о контакте тонкостенных тел // Прикладная механика. – 1977. – том XIII. – Вып.5. – С. 34-42. 5. *Детинко Ф.М., Фастовский В.М.* О посадке бандажа на цилиндрическую оболочку // Прикладная механика. –1975. – Том II, вып. 2. – С.124-126. 6. *Пелех Б.Л., Сухорольский Н.А.* Контактные задачи теории упругих анизотропных оболочек. – Киев: Наукова думка, 1980. – 216 с. 7. Композиционные материалы. Справочник. Под ред. *Д.М.Карпиноса* – К.: Наукова думка, 1985г. – 592с. 8. *Амбарцумян С.А.* Общая теория анизотропных оболочек. М.: Наука, 1974, 446 с. 9. *Матросов А.В.* Решение задач высшей математики и механики в Maple6. – Спб.: ВHV, 2001. – 528с.

УДК 531

**ГЛАЗУНОВА С. М., НЕКРАСОВА М. В.**

## **ПОБУДОВА АПРОКСИМУЮЧИХ МОДЕЛЕЙ ПОЗІРНИХ ПОВОРОТІВ**

**Вступ.** У другій половині 20 століття розвиток систем керування літальними апаратами, використання цифрових обчислювальних машин у

керуванні рухом привели до того, що практичне значення придбало раціональний опис просторового руху твердого тіла в різних задачах керування. До таких задач ставиться, зокрема, побудова безплатформних інерціальних навігаційних систем (БІНС). В БІНС в умовах надлишкового числа датчиків кутових швидкостей (ДКШ) при відмові одного з датчиків виникають кілька проблем. Одна з них: складність локалізації відмови, якщо це неможливо зробити за допомогою індикаторних рівнянь.

Також, заміна датчика, що відмовив, відбувається не відразу, а тільки після виконання перевірок і заміни, які виконуються деякий реальний час. Показання датчика, що відмовив, при цьому залишаються не переліченими. Дані задачі можна вирішити за допомогою прогнозування квазімногочленами.

**Постановка задачі дослідження.** Прогнозування показань ДКШ квазімногочленами, є актуальним завданням, тому що дозволяє спростити виявлення датчика, що відмовив, і замінити його показання. У комбінації з методами, заснованими на індикаторних рівняннях, прогнозування дозволяє підвищити точність визначення параметрів орієнтації. Рух твердого тіла описується динамічними рівняннями Ейлера за допомогою параметрів Родріга-Гамільтона.

Ставиться задача змодельовати ортогонально-надлишкову схему розміщення із чотирьох ДКШ. По знайдених кутах позірного повороту алгоритмом другого порядку обчислити параметри орієнтації твердого тіла. І аналізуючи їх, зробити висновок про точність моделювання. Необхідно розробити алгоритм прогнозування квазімногочленами різними методами: метод Крамера та метод Ньютона. І треба зробити висновок про можливість їх застосування.

**Побудова моделі.** Розглянемо вільний рух твердого тіла. Вільне обертання твердого тіла описується динамічними рівняннями Ейлера. Завдання відновлення значень, що відносяться до датчика, що відмовив, безпосередньо пов'язане із завданням локалізації відмови. Моделюється ортогонально-надлишкова схема розміщення ДКШ. Є чотири датчики. Якщо в системі відбувається відмова, то показання першого, другого й третього датчика при відмові можна виразити через значення четвертого датчика. Якщо відмовить четвертий датчик, то незважаючи на це, система буде нормально працювати із трьох датчиків. У системі із чотирьох датчиків може бути зафіксована відмова якщо не виконується індикаторне співвідношення. У той час визначити який саме з датчиків відмовив можна тільки у двох випадках: коли один з датчиків через кілька тактів видає нульову інформацію або, якщо показання датчика перевищують максимально допустимі.

Після відмови в системі можна відновлювати інформацію, за допомогою апроксимації квазімногочленами, за допомогою методів Крамера та методу Ньютона. Порівнюючи метод Крамера й метод Ньютона з невеликою кількістю початкових значень, в чисельному експерименті, можна сказати, що перший метод дає набагато кращі прогнози. Але метод Крамера може не працювати при

початкових значеннях близьких до нуля.

**Висновки.** У даній роботі моделювалася ортогонально-надлишкова схема ДКШ. Був розроблений алгоритм прогнозування приросту кута позірною повороту за допомогою квазімногочленів різними методами та поліному. Для рішення отриманих систем рівнянь застосовувалися метод Крамера та метод Ньютона. В тестовому прикладі результат апроксимації можна вважати задовільним, методи відновлюють інформацію дуже добре. Отже, можна говорити про достатню ефективність прогнозування показань ДКШ квазімногочленами та поліномом.

**Список літератури:** 1. В. Н. Бранец, И. П. Шмыглевский. Применение кватернионов в задачах ориентации твердого тела. – М.: Изд-во «Наука», 1973 г. – 320 с. 2. Бахвалов Н. С. Численные методы. – Г. : Наука, 1973. – 632 с. 3. Фролов Ю. А. Аппроксимация, идентификация и прогнозирование квазимногочленами. – Харьков. 1980. – 25 с. – Деп. в ВИНТИ, №3956 – 80. 4. Плаксий Ю. А., Фролов Ю.А. Аппроксимация параметров ориентации квазимногочленами и эталонные модели. – Харьков, 1982. – 17 с. – Деп. В ВИНТИ, №5704 – 82.

УДК 531

**ГЛУЩЕНКО М. С., УСПЕНСЬКИЙ В. Б.,** д-р техн. наук

## **РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАМКНУТОЇ СХЕМИ КЕРУВАННЯ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ ЗА ВИМІРАМИ ІНЕРЦІЙНИХ ДАТЧИКІВ РУХУ**

**Вступ.** Автоматичне керування літальним апаратом (ЛА) забезпечує можливість здійснення непілотуємого польоту, що є особливо важливим для швидкісних ЛА під час виконання кутових маневрів. Розробці загального підходу до розв'язання термінальної задачі керування просторовим положенням ЛА за інформацією бортової навігаційної системи присвячена ця робота.

Розроблений алгоритм синтезу керування дозволяє перевести ЛА у довільно заданий вектор стану з використанням інформації алгоритму бортової безплатформної інерціальної навігаційної системи (БІНС). Також розглядається питання дослідження впливу похибок БІНС на точність керування.

**Постановка завдання.** Метою даної роботи є розробка та дослідження математичної моделі керованого ЛА, яка містить наступні блоки: динамічну та кінематичну модель руху ЛА, модель інерціальних датчиків, алгоритм БІНС та блок керування.

**Опис результатів розробки.** Загальним результатом розробки є низка алгоритмів функціонування системи керування польотом ЛА, їхня апробація шляхом моделювання та висновки щодо впливу похибок інерціальних датчиків