

4. Выводы

Проведенные исследования позволили создать аналитическое обеспечение для последующего изучения явления, а также для решения задач

оптимизации поверхности внутренней рамки по линии меридиана, в частности, для наиболее типичных режимов – осесимметричное нагружение и циклическая деформация поверхности подвеса.

Литература

1. Ишлинский, А.Ю. Ориентация, гироскопы и инерциальная навигация [Текст]/ А.Ю. Ишлинский. – М.: Наука, 1967. – 671 с.
2. Булгаков, Б.В. Прикладная теория гироскопов [Текст]/ Б.В. Булгаков. – М.: Гостехиздат, 1955. – 174 с.
3. Кошляков, В.Н. Задачи динамики твердого тела и прикладной теории гироскопов: Аналитические методы [Текст]/ В.Н. Кошляков. – М.: Наука, 1985. – 288 с.
4. Автокомпенсация инструментальных погрешностей гиросистем [Текст]: монография / С.М. Зельдович, М.И. Малтинский, И.М. Окон, Я.Г. Остомухов. – Л.: Судостроение, 1976. – 255 с.
5. Карачун, В.В. Трехмерная задача динамики подвеса поплавкового гироскопа [Текст]/ В.В. Карачун, Я.Ф. Каюк, В.Н. Мельник // Пробл. прочности. – 2008. - № 3. – С. 53-59.
6. Мельник, В.Н. Дифракционные эффекты на оболочках [Текст]/ В.Н. Мельник // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2008. - № 1(48). – С. 24-30.

Вивчається природа впливу пружно-напруженого стану кожуха триступеневого вільного гіроскопа на точність азимутального позиціонування наземних рухомих об'єктів

Ключові слова: триступеневий вільний гіроскоп, азимутальне позиціонування

Изучается природа влияния упруго-напряженного состояния кожуха трехстепенного свободного гироскопа на точность азимутального позиционирования наземных подвижных объектов

Ключевые слова: трехстепенной свободный гироскоп, азимутальное позиционирование

Nature of influence of the resiliently-tense state of casing of three-sedate free gyroscope is studied on the azimuthal positioning of surface movable objects

Keywords: three-sedate free gyroscope, azimuthal positioning

УДК 629.7.054

ОСОБЕННОСТИ ИНЕРЦИАЛЬНОГО КУРСУКАЗАНИЯ НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ

В. Н. Мельник

Доктор технических наук, профессор

Кафедра биотехники и инженерии

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

пр. Победы, 37, г. Киев, Украина, 03056

Контактный тел.: (044) 454-94-51

E-mail: karachun 1@gala.net

1. Введение

Исследования относятся к области прикладной механики и посвящены изучению упругого взаимодействия проникающей акустической волны с устройством автономного азимутального позиционирования наземных подвижных объектов на базе свободного гироскопа, приводящего к девиации оси фигуры. Изучение природы этого явления представляет известный научный и практический интерес, так как раскрывает механизм влияния упруго-напряженного состояния

кожуха гироскопа на погрешность позиционирования объекта, когда поверхность подвеса гироскопа переходит в разряд импедансной.

2. Анализ состояния проблемы и постановка задачи исследований

Сочетая в себе такие качества как автономность, помехозащищенность и непрерывность навигационной информации, инерциальные средства нашли широкое

применение на большинстве подвижных объектов различного класса, назначения и средств базирования [1, 2, 3]. До настоящего времени вопросы влияния внутренних и внешних, методических и инструментальных причин на погрешности гироскопов достаточно полно проанализированы и изучены [4].

Вместе с тем, углубленное изучение эксплуатационного использования гироскопов в составе командно-измерительных комплексов тактической палубной авиации, стратегической бомбардировочной авиации, баллистических ракет, боевых машин и др. показало, что вне поля зрения исследователей остался такой существенный возмущающий фактор как проникающее акустическое воздействие высокого уровня 150-180 дБ. Такие значения наблюдаются, например, в зоне реактивной струи при старте аппаратов, при преодолении звукового барьера, при боевых действиях средств обороны, а также при других штатных и нештатных ситуациях [5, 6].

Повышенные уровни излучения, как оказалось, существенным образом могут повлиять на точность позиционирования, а в некоторых случаях привести к потере одной степени свободы трехстепенным свободным гироскопом.

Целью исследований является установление природы этого воздействия и понимания механизма его трансляции в погрешность инерциальных сенсоров.

3. Взаимодействие нестационарных волн с упруго-податливым кожухом свободного гироскопа

Взаимодействие нестационарных волн с упругими элементами подвеса. Проанализируем механизм возникновения акустической девиации гироскопа направления в составе наземных подвижных объектов.

Корпус подвижного аппарата в общем случае имеет три составляющих угловой скорости, которые могут быть выражены через углы Эйлера $\psi(t)$, $\theta(t)$ и $\gamma(t)$ следующим образом:

$$\begin{aligned} \omega_x &= -\dot{\gamma} \sin \theta \cos \psi - \dot{\psi} \cos \theta; \\ \omega_y &= \dot{\psi} \sin \theta - \dot{\gamma} \cos \theta \cos \psi; \\ \omega_z &= \dot{\theta} - \dot{\gamma} \sin \psi. \end{aligned}$$

Проведем анализ этого явления и выясним степень его влияния на динамику гироскопа.

При акустическом воздействии, в элементах конструкции внутренней рамки гироскопа относительно оси Ox возникают угловые скорости возмущенного движения, имеющие следующую структуру –

$$\omega_x^a = \omega_{кв}^a + 2\omega_{кт}^a, \quad (1)$$

где $\omega_{кв}^a$ – угловая скорость упругой крышки кожуха; $\omega_{кт}^a$ – угловая скорость абсолютно твердой крышки кожуха (так как две крышки, то впереди сомножитель “2”).

Аналогично для оси O_z :

$$\omega_z^a = 2\omega_{кт}^a + \omega_{цв}^a + \omega_{цт}^a, \quad (2)$$

где $\omega_{цт}^a$ – угловая скорость абсолютно твердого цилиндра; $\omega_{цв}^a$ – угловая скорость упругого цилиндра.

В формулах (1), (2) в правых частях для удобства опущены индексы “x” и “z” соответственно.

Раскроем содержание выражений (1) и (2):

$$\begin{aligned} \omega_x^a &= \frac{3i\omega}{4R} \sum_{j=1}^6 c^j u_j + \frac{2R}{i\omega m_k} P_0 \times \\ &\times \int_0^{2\pi} \exp i [\omega t - k_0 r (-\cos \beta \cos \theta_1 \sin \theta + \sin \beta \sin \theta_1 + \epsilon_k)] \sin \beta d\beta, \end{aligned} \quad (3)$$

где $j = \overline{1,6}$; m_k – массы крышек; R – радиус крышки; $C = (c^1 \ c^2 \ \dots \ c^6)^T = G^{-1}F$;

$$G = \frac{4^5}{R^6} \pi \begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 \\ 0 & 9 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 9 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 0 & 0 & 19 & 7 & 0 \\ 5 & 0 & 0 & 7 & 19 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 \end{pmatrix} \text{ – матрица Грама;}$$

$$F = \frac{64\pi}{DR^2} P_0 \begin{pmatrix} \frac{2J_1(\lambda)}{\lambda} \\ 6i \cos \epsilon \frac{J_2(\lambda)}{\lambda} \\ -6i \sin \epsilon \frac{J_2(\lambda)}{\lambda} \\ 7 \frac{J_1(\lambda)}{\lambda} - 18 \frac{J_2(\lambda)}{\lambda^2} - 6 \cos 2\epsilon \frac{J_3(\lambda)}{\lambda} \\ 7 \frac{J_1(\lambda)}{\lambda} - 18 \frac{J_2(\lambda)}{\lambda^2} + 6 \cos 2\epsilon \frac{J_3(\lambda)}{\lambda} \\ 6 \sin 2\epsilon \frac{J_3(\lambda)}{\lambda} \end{pmatrix};$$

$$\lambda = k_0 \gamma R; \quad \gamma = [\cos^2 \theta_1 \sin^2 \theta + \sin^2 \theta_1]^{\frac{1}{2}};$$

$$\cos \epsilon = \frac{\cos \theta_1 \sin \theta}{\gamma}; \quad \sin \epsilon = \frac{\sin \theta_1}{\gamma}; \quad J_k(\lambda) \text{ – функции Бесселя;}$$

$$u_1 = \left(1 - \frac{x^2}{R^2} - \frac{y^2}{R^2}\right)^2; \quad u_2 = \frac{x}{R} u_1; \quad u_3 = \frac{y}{R} u_1; \quad u_4 = \frac{x^2}{R^2} u_1;$$

$$u_5 = \frac{y^2}{R^2} u_1; \quad u_6 = \frac{xy}{R^2} u_1; \quad x^2 + y^2 = r^2 \leq R^2; \quad x, y \text{ – координаты точки поверхности крышки кожуха.}$$

$$\begin{aligned} \omega_z^a &= \frac{4R}{3i\omega m_k} P_0 \int_0^{2\pi} \exp i [\omega t - k_0 r (-\cos \beta \cos \theta_1 \sin \theta + \sin \beta \sin \theta_1 + \epsilon_k)] \times \\ &\times (\cos \beta - \sin \beta) d\beta + \frac{2}{i\omega m_k} P_0 \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} dz \int_0^{2\pi} \exp i [\omega t - k_0 (-z \cos \theta_1 \sin \theta + R\beta \sin \theta)] \times \\ &\times \left[1 - \left(1 - \frac{6R^2}{L^2 + 3R^2}\right) \text{tg} \beta\right] \cos \beta d\beta, \end{aligned} \quad (4)$$

где L – длина кожуха; $m_{ц}$ – масса; z – линейная координата на боковой образующей, $0 \leq z \leq L$.

4. Выводы

Приведенные векторные диаграммы позволяют выяснить причину появления дополнительных погрешностей углового позиционирования боевых машин в условиях, максимально приближенных к бое-

вым. Выбор методов и средств достижения частичной инвариантности по отношению к проникающему акустическому излучению высокого уровня определяется в контексте обеспечения Тактико-Технических Характеристик объектов в жестких условиях боевого использования.

Литература

1. Ишлинский, А.Ю. Ориентация, гироскопы и навигация [Текст]/ А.Ю. Ишлинский. – М.: Наука, 1976. – 671 с.
2. Кошляков, В.Н. Теория гироскопических компасов [Текст]/ В.Н. Кошляков. – М.: Наука, 1972. – 211 с.
3. Пельпор, Д.С. Гироскопические приборы систем ориентации и стабилизации [Текст]: монография/ Д.С. Пельпор, Ю.А. Осокин, Е.Р. Рахтеенко; под общ. ред. Д.С. Пельпора; МВТУ им. Н. Баумана. – М.: Наука, 1977. – 219 с.
4. Лунц, Я.Л. Ошибки гироскопических приборов [Текст]/ Я.Л. Лунц. – Л.: Судостроение, 1968. – 232 с.
5. Карачун, В.В. О влиянии акустического излучения на плоские элементы конструкции гироскопических приборов [Текст]/ В.В. Карачун // Механика гироскопических систем. – 1993. – Вып. 12. – С. 23-28.
6. Мельник, В.Н. Пассивные методы уменьшения погрешностей гироскопа, обусловленных дифракцией звуковых волн на подвесе гироскопа / В.Н. Мельник, В.В. Карачун // Космічна наука і технологія. – 2003. – Т. 9. - № 1. – С. 22-28.

В роботі розглядаються методи розрахунку надійності щодо трубопровідних систем. Визначені переваги та недоліки методів розрахунку надійності трубопровідних систем

Ключові слова: трубопровідна система, розрахунок надійності

В работе рассматриваются методы расчета надежности применительно к трубопроводным системам. Определены преимущества и недостатки методов расчета надежности трубопроводных систем

Ключевые слова: трубопроводная система, расчет надежности

This article covers reliability calculation methods regarding pipeline systems. Advantages and defects of reliability calculation methods of pipeline systems are determined

Keywords: pipeline system, reliability calculation

УДК 656.02:338.47

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

И.А. Гавриленко

Ассистент

Кафедра прикладной математики и
информационных технологий

Харьковская национальная академия городского
хозяйства

ул. Революции, 12, г. Харьков, Украина, 61002

Контактный тел.: (057) 707-31-31, 067-573-39-50

E-mail: i.gavrilenko@ukr.net

1. Введение

Трубопроводная система с точки зрения теории надежности представляет собой сложную техническую систему, характеризующуюся следующими специфическими особенностями:

- структурной избыточностью (резервированием), приводящей к тому, что при отказе единичных элементов оборудования система в большинстве случаев может сохранять работоспособность;

- наличием большого спектра отказов, отличающихся вероятностью появления и последствиями – ущербом и длительностью устранения;

- наличием регулярных планово-предупредительных ремонтов в процессе эксплуатации, устраняющих неисправности и неполадки – потенциальные источники отказов;

- восстанавливаемостью (ремонтпригодностью), т.е. возможностью устранять отказы оборудования путем проведения аварийных ремонтов в течение срока функционирования системы.

Расчет надежности таких систем обычно проводится в несколько этапов.

Цель исследования: провести анализ методов расчета надежности трубопроводных систем и разработать их классификацию.