

СЕКЦИЯ 1
ТЕОРИЯ ТА ПРАКТИКА НАВІГАЦІЙНИХ ПРИЛАДІВ І СИСТЕМ

УДК 621.311.62

Антонов А.О., Горенко А.В.

НТУУ «КПИ», ОАО «НТК «Электронприлад»

**МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОТУРБИННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ**

Европейское сообщество постоянно ужесточает требования к самолетам, в части снижения шумов авиадвигателей, снижения выбросов вредных эмульсий СО и СО₂, понижения электромагнитного излучения блоков, снижения тока потребления и т.д. Ужесточение требований происходит за счет введения новых стандартов по внешним воздействующим факторам, таким как ED-160D. В настоящий момент, в Российской Федерации, прекратили действие нормы летной годности самолетов (ЕНЛГС-3), по этому сертифицирующий орган (АР МАК) вводит новую систему стандартов – Квалификационные требования (КТ), которые гармонизированы с Европейской системой стандартов (DO и ED). Начиная с 2005г. все вновь разрабатываемые блоки, в части воздействия внешних факторов (вибрации, удары, молния, воспринимаемые и излучаемые радио - магнитные помехи и т.д.) должны соответствовать КТ-160D, который ужесточает ранее существующие и вводит новые требования к блокам бортовой аппаратуры.

Базовым устройством любого электронного блока является – источник питания (ИП). Потребовалось пересмотреть и переосмыслить, хорошо зарекомендовавшие себя аппаратные решения, которые были ранее реализованы. В частности, если по ЕНЛГС-3, ИП должен был выдерживать провалы входного напряжения до 80мс, то по КТ-160D, возможны провалы длительностью до 200мс. Выбросы регламентировались – до 85В, по новым нормам – до 600В. Должна быть реализована защита от растекания заряда, после попадания молнии, по более жестким категориям устойчивости. Функциональное назначение ИП – не меняется, т.е. он должен выдавать заданный набор вторичных напряжений, с погрешностью не более $\pm 5\%$, во всем диапазоне внешних воздействий, но работать в гораздо более агрессивной внешней среде.

Был проведен анализ внешних воздействующих факторов, разработана электрическая схема ИП учитывающая их воздействие, проведено конструирование и изготовлены опытные образцы. В настоящий момент проводятся лабораторные испытания и доводка.

Науковий керівник: Яцко Л.Л., к.т.н.

УДК 531.383(07)

Антонюк А.О., студентка

Національний технічний університет України

“ Київський політехнічний інститут ”, м. Київ, Україна

АЛГОРИТМІЧНИЙ ОБЛІК КАРДАНОВИХ ПОХИБОК

Карданова похибка (КП) виникає при появі кутів крену і тангажу літального апарату, коли вісь зовнішньої рамки відхиляється від вертикального положення.

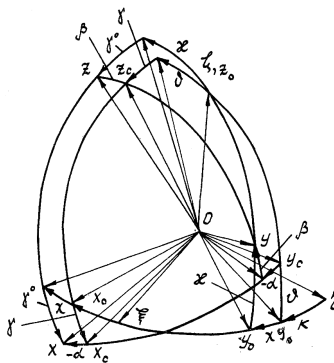
Карданову похибку ΔK складає різниця між приладовим K_1 і дійсним K значеннями курсу, тобто: $\Delta K = K_1 - K$. Формула приладового курсу K_1 має вигляд :

$$K_1 = \arctg \frac{\sin K \cos \gamma - \cos K \sin \gamma \sin \theta + \operatorname{tg} \beta^0 \cos \theta \sin \gamma}{\cos K \cos \theta + \operatorname{tg} \beta^0 \sin \theta},$$

коли вектор H знаходиться у площині географічного меридіану ($\chi = 0$ на рис)

Алгоритм обліку КП заснований на функціональній залежності кута дійсного курсу об'єкту K від приладових кутів повороту зовнішньої α та внутрішньої β рамок, кутів початкової виставки головної осі гіроскопа в азимуті χ і в горизонті x і від кутів тангажу θ

і крену γ об'єкту. Вказані кути характеризують показане на рисунку взаємне розташування опорної земної географічної системи координат $O\xi\eta\zeta$, зв'язаною з об'єктом системи координат $Ox_c y_c z_c$ і осей Резаля $Oxyz$, зв'язаних з гіроскопом.



Перша методика знаходження істинного курсу заснована на використанні залежностей між направляючими косинусами, які

характеризують взаємне положення систем координат:

$$K = \chi + \arctg \frac{\cos \theta (\sin \gamma \sin \beta - \cos \gamma \cos \beta \sin \alpha)}{\sin x \sin \beta - \cos \alpha \cos \beta}.$$

Друга методика базується на використанні проекцій вектора кінетичного моменту H на осі $Ox_o y_o z_o$, що повернені відносно опорних $O\xi\eta\zeta$ на курсовий кут $\varphi = \chi - K$:

$$K = \chi + \arctg \left[\frac{(\cos \beta \sin \alpha - \sin x \cos \theta \sin \gamma) \cos \theta}{(\cos \beta \cos \alpha - \sin x \sin \theta) \cos \gamma} + \sin \theta \cdot \operatorname{tg} \gamma \right].$$

Обидві методики дають близькі за структурою функціональні залежності. Застосування даних формул обліку дає похибку в 0.2^0 у визначенні курсу при похибках вимірювання кутів тангажу і крену в 1^0 у діапазоні $\theta < 10^0$, $\gamma < 10^0$.

Наук. керівник: Мелешко В.В., к.т.н., доцент

УДК 527.62

Бурлаченко О.С., студент

Національний технічний університет України

«Національний Авіаційний університет», м. Київ, Україна

ШЛЯХИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ ДЛЯ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ

На даний час, в цивільній авіації широко застосовуються супутникові системи навігації ГЛОНАСС та GPS.

Глобальна навігаційна супутникова система ГЛОНАСС призначена для забезпечення навігаційною інформацією і сигналами точного часу морських, повітряних, сухопутних та інших видів споживачів. Дана система дає можливість визначення:

- горизонтальних координат;
- вертикальних координат;
- складових вектора швидкості;
- точного часу.

З 1996 року Міжнародна організація цивільної авіації використовує систему ГЛОНАСС разом з системою GPS(США) в якості міжнародних.

Global Positioning System (GPS) - супутникова система визначення місцезнаходження рухомих об'єктів. Дана система створена Міністерством оборони США. Вона дозволяє з точністю до 20 метрів визначити місцезнаходження нерухомого або рухомого об'єкта на землі, у повітрі та на морі в будь-якій точці земної кулі. Більш того, GPS повідомляє швидкість пересування об'єкта.

Подальший розвиток таких систем потребує впровадження супутникових систем зв'язку. На даний час такі системи зв'язку відсутні в вітчизняній цивільній авіації.

Можливими шляхами розвитку супутникових систем навігації є можливість поєднання їх з супутниковими системами зв'язку різними методами. Методи поєднання враховують:

- характеристики потужності;
- форми сигналів;
- діапазон частот, який використовується;
- особливості застосування методів кодування;
- особливості застосування методів модуляції;
- способи поділу сигналів;
- швидкість передачі інформації.

Ключові слова: супутникова система навігації, ГЛОНАСС, GPS, супутникова система зв'язку.

Наук. керівник: Положевець Г.А., асистент

УДК 531.383(629.7)

Волошин Д.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ГІРОВЕРТИКАЛЬ З ІНТЕГРАЛЬНО-ПОЗИЦІЙНОЮ КОРЕКЦІЄЮ

На даний час широкого застосування набули гіровертикалі (ГВ) з інтегрально-позиційною корекцією. Їх перевага полягає в інваріантності до дії лінійних прискорень об'єкта при налаштуванні інтегрального контуру корекції на період Шулера. В літературі відсутній детальний розгляд поведінки ГВ з даним типом корекції в різних умовах руху.

Розглянуто поведінку ГВ з інтегрально-позиційною корекцією в основних режимах руху об'єкта. Створена математична модель розглядуваного приладу, яка застосована для аналізу поведінки ГВ при маневрі об'єкта, при хитах основи, а також при дії постійного прискорення об'єкта:

$$H(\ddot{\beta} - \omega_z \alpha + \omega_x) + c\beta + k_i \int \beta dt = -c \frac{w_y}{g} - k_i \int \frac{w_y}{g} dt - M_{z2};$$
$$H(\dot{\alpha} + \omega_z \beta + \omega_y) + c\alpha + k_i \int \alpha dt = c \frac{w_x}{g} + k_i \int \frac{w_x}{g} dt + M_{x1}.$$

Відповідно до математичної моделі реалізована програмна модель у середовищі комп'ютерної системи Matlab, що чисельно розв'язує диференціальні рівняння у заданих умовах. Результати моделювання показали адекватність створених моделей, яка підтверджується збігом з результатами аналітичних викладів.

Розглянуто використання двох типів позиційних датчиків для визначення кута розузгодження головної вісі гіроскопа і вертикалі місця:

- акселерометра,
- рідинного маятникового перемикача типу ДЖМ.

При використанні акселерометра система не збурюється від лінійних прискорень об'єкта. В ній спостерігаються незначні коливання з періодом Шулера. Амплітуда таких коливань залежить від широти і курсу. З використанням ДЖМ система має такий же характер руху, але при певних обмеженнях. Ці обмеження витікають з того, що вихідна характеристика ДЖМ є релейною з невеликою початковою лінійною ділянкою у зоні кутів вказаного розузгодження ± 10 кутових хвилин. Шляхом моделювання було визначено, що швидкість корекції при насиченні повинна бути не менше чим $0,8$ °/хв. Зазвичай ця швидкість становить $2 \dots 4$ °/хв.

Ключові слова: гіровертикаль, інтегрально-позиційна корекція, акселерометр, ДЖМ.

Наук. керівник: Мелешко В.В., доцент, к.т.н.

УДК 629.78.05.001.2

Голуб М.В., студент

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ МАГНІТНОЇ СИСТЕМИ РОЗВАНТАЖЕННЯ СИЛОВИХ ПРОСТАБІЛІЗАТОРІВ

В даний час використовуються різні системи орієнтації штучного супутника Землі (ШСЗ). Системи з реактивними двигунами мають найбільші функціональні можливості, але вони не можуть бути використані для довготривалих задач, тому що використовують робоче тіло, яке не відновлюється. Силові гіростабілізатори (СГС) широко використовуються для орієнтації ШСЗ, так як вони для своєї роботи використовують електричну енергію, яку можна поповнити за рахунок сонячних батарей. СГС добре відпрацьовують змінні складові шкідливих моментів, але постійні складові цих моментів приводять до накопичення кінетичного моменту. Тому досить актуальним, при використанні СГС, являється їх розвантаження. Одним із варіантів у даному питанні являється використання магнітної системи (МС) для скидання кінетичного моменту.

Метою роботи є дослідження впливу роботи МС на динаміку супутника при неперервному та імпульсному алгоритмах розвантаження кінетичного моменту.

Проведено моделювання рівнянь руху супутника, орієнтованого за допомогою комплексної системи, яка складається з основної – гіроскопічної і магнітної системи, використовуваної для скидання кінетичного моменту гіроскопів.

Шляхом моделювання було підібрано параметри магнітної системи, які б забезпечували мінімальне енергоспоживання і разом з тим задовольняли б необхідним характеристикам по точності орієнтації. Розглянуто вплив роботи МС на точність орієнтації і масу системи.

В процесі дослідження показано, що:

- розподіл індукції магнітного поля Землі по осям ШСЗ, що визначається нахилом орбіти і вибраною базовою системою координат, суттєво впливає на масу і енергоспоживання системи орієнтації;
- використання імпульсного алгоритму скидання кінетичного моменту дозволяє знизити середнє енергоспоживання, але приводить до значних стрибкоподібних змін кутів орієнтації;
- вимкнення МС в точках несприятливого розміщення складових магнітного поля Землі дозволяє знизити енергоспоживання без значних втрат точності.

Науковий керівник: Степанковський Ю.В., к.т.н., доцент

УДК 519.24, 621.3.084.2

Джангиров М.В., магистр, Снизур А.К., доцент

Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСПЕРСИИ АЛЛАНА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТОХАСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИНЕРЦИАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ

Метод дисперсии или вариации, предложенный Дэвидом Алланом в 1966 году, был впервые применен для изучения стабильности генераторов и часов. Этот метод широко используется во временных и частотных стандартах связи для характеристики нестабильности фазы и частоты точных генераторов. Впервые для инерциальных датчиков дисперсия Аллана стала использоваться для оценки случайных характеристик кольцевых лазерных гироскопов. В стандарте IEEE этот метод используется и при анализе шумов линейных, одноосных акселерометров. В настоящее время метод дисперсии Аллана адаптирован для определения шума в микроэлектромеханических датчиках.

Дисперсия Аллана – это метод анализа во временной области, который используется для определения характеристик случайных процессов, возникающих в приборах и системах. Он позволяет определить численное значение шумов в сигналах, вызванных различными источниками. Для применения этого метода необходимо заранее знать, какие источники шума присущи данному прибору или системе, поскольку отличить их от шумов других источников (усилительных и преобразующих устройств) невозможно. Метод дисперсии Аллана используется как автономный метод анализа данных, а так же позволяет осуществлять связь с частотными методами. Преимуществом метода является то, что он позволяет легко и точно определять характеристики и тип источников ошибок, а также их вклад в общую характеристику шума.

В работе приведены формулы, связывающие дисперсию Аллана с типовыми шумами, которые существуют в инерциальных датчиках или могут влиять на данные, полученные от них (шум квантования, нестабильность дрейфа нуля, Марковский шум, синусоидальный шум и т. д.). Исследование датчиков различного уровня точности позволяет определить какие из указанных выше типов источников шумов оказывают наибольшее влияние на датчик, а также сравнить численное значение полученных результатов с данными технического описания. Полученные характеристики датчиков могут быть использованы для более точного моделирования случайных составляющих ошибок датчиков в алгоритмах фильтра Калмана интегрированной БИНС/GPS.

Научный руководитель: доцент Снизур А.К.

УДК 004:629.5.052.7

Еременко А.П., ст. преподаватель, Снигур А.К., доцент

Национальный университет кораблестроения, г. Николаев, Украина

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В АЛГОРИТМАХ БИНС

При разработке бесплатформенных инерциальных навигационных систем значительное внимание необходимо уделять синтезу алгоритмов обработки информации, поскольку характеристики этих алгоритмов в значительной степени определяют точностные характеристики системы в целом. Оценивание и моделирование погрешностей элементов системы являются важными задачами обработки навигационной информации.

Для моделирования погрешностей инерциальных датчиков, а также алгоритмов интегрирования кинетических и навигационных уравнений целесообразно применение искусственных нейронных сетей.

В данной работе рассматриваются нейросетевые модели указанных выше погрешностей. Для моделирования статических функциональных связей, например погрешностей датчиков, обусловленных смещением осей чувствительности относительно расчетного положения, целесообразно использовать нейронные сети прямого распространения, весовые коэффициенты которых определяются с помощью метода обратного распространения ошибки. Для моделирования нестационарных связей, например погрешностей интегрирования кинематических и навигационных уравнений, которые обусловлены предшествующим движением объекта, целесообразно применение рекуррентных нейронных сетей.

В работе проводится исследование нейросетевых моделей погрешностей бесплатформенных инерциальных навигационных систем и их элементов. При этом определяются оптимальная структура искусственной нейронной сети и значения ее параметров.

Для сравнения различных вариантов нейросетевых моделей выполнялось моделирование работы навигационной системы, использующей инерциальный измерительный блок на основе микромеханических датчиков угловой скорости и линейного ускорения. При этом задавались различные траектории движения объекта и параметры случайных возмущений. В качестве кинематических параметров ориентации использовались кватернионы. Для коррекции показаний БИНС использовалась модель спутниковой навигационной системы.

Полученные результаты показывают обоснованность использования искусственных нейронных сетей для моделирования погрешностей БИНС.

Научный руководитель: Снигур А.К., доцент

УДК 534.1

Єрмоленко О.В., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ДІАГНОСТИКА НЕБАЛАНСУ ОБЕРТОВИХ РОТОРНИХ СИСТЕМ

Небаланс обертових роторних систем є одним з поширених дефектів устаткування, що за звичай призводить до різкого збільшення вібрацій. Проблеми коректної діагностики наявності небалансів у працюючому устаткуванні й оперативне проведення балансувальних робіт роторів у власних підшипниках – важливе завдання в роботі кожної вібродіагностичної служби. Причини виникнення небалансу в устаткуванні можуть мати різну природу, бути наслідком багатьох особливостей конструкції й експлуатації.

По своєму типу, специфіці прояву в загальній картині вібрації, по особливостях проведення діагностики, небаланси можна умовно розділити на статичний та динамічний. Різновидом прояву їх є такі небаланси: консольного ротора, тепловий, технологічний, небаланс із гістерезисом.

Основними ознаками наявності небалансів обертових роторних систем в устаткуванні різних типів можна вважати наступні:

а) часовий сигнал вібрації є досить простим, з досить малою кількістю гармонік і шумів в області механічних дефектів.

б) амплітуда всіх гармонік «механічної природи» у спектрі значно менша амплітуди гармоніки оборотної частоти ротора.

в) рівень вібрації при небалансі в осьовому напрямку, найчастіше, менший, ніж рівень вібрації в радіальному напрямку.

г) зі збільшенням частоти обертання вібрація від небалансу інтенсивно зростає.

д) рівень вібрації при небалансі в осьовому напрямку, найчастіше, менший, ніж рівень вібрації в радіальному напрямку.

е) при відсутності інших дефектів стану, при незмінній частоті обертання ротора, у класичному прояві небалансу, вібрація від нього практично не залежить, не впливає режим роботи агрегату, і його навантаження.

У відповідності до наведених вище ознак прояву небалансу пропонуються методи діагностики небалансу.

Ключові слова: діагностика, небаланс, обертові роторні системи, вібрації.

Науковий керівник: Бурау Н.І., д.т.н., проф., зав. кафедри

УДК 531.383

Єценко І.В., студент

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

РОЗРАХУНОК ІНТЕГРУЮЧОГО ГІРОСКОПА

Технічне завдання на розробку інтегруючого гіроскопа, складене виходячи з тактико-технічних вимог, що задаються об'єктом, для якого призначений інтегруючий гіроскоп, обумовлює наступні технічні характеристики:

1. Поріг чутливості інтегруючого гіроскопа (випадкова складова дрейфу не залежна від прискорення) $\omega_{\zeta min}$;
2. Систематичну складову дрейфу, не залежну від прискорення $\omega_{\zeta const}$;
3. Складову дрейфу, залежну від прискорення ω_{ζ} ;
4. Постійну часу Т інтегруючого гіроскопа;
5. Максимальна швидкість розвороту ;
6. Умови експлуатації приладу (рівень лінійних та вібраційних перевантажень, кліматичні умови);
7. Габарити приладу;
8. Час готовності приладу;
9. Джерело живлення;
10. Строк служби приладу;

Крім вказаних параметрів прилад повинен також відповідати загальним технічним вимогам.

Згідно з технічним завданням я вибрав тип інтегруючого гіроскопа, а саме, поплавковий інтегруючий гіроскоп з циліндричним поплавком та опорами на магнітному підвісі. Датчик моменту електромагнітний, а датчик кута – індукційний. Система «дукосин» – великий температурний діапазон, малий час готовності, термостатування недопустиме, жорсткі вимоги до сумарного значення дрейфу гіроскопа. Також були враховані: кінетичний момент і габаритні розміри елементів. Визначив допустиму потужність, що виділяють елементи приладу. За цими розрахункам обрав гіромотор симетричного типу з маховиком, виготовленим із сталі, з частотою обертання 24000 об/хв. Визначив допустимий рівень діючих на рухомий вузол шкідливих моментів. Знайшов мінімальну, максимальну робочі температури приладу та температуру нульової плавучості. Пропрацював конструкцію токопідводів, механізму балансування та датчику кута. Вибрав склад та об'єм демпфіруючої рідини в поплавковій камері та розраховав сільфон.

Отримана методика може бути використана для технічних цілей.

Науковий керівник: Дем'яненко В.В., к.т.н.

УДК 531.383

*Житнік Т.С., студент
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"*

ВПЛИВ ПЕРЕХРЕСНОЇ ЖОРСТКОСТІ ПІДВІСУ НА ДИНАМІКУ МІКРОМЕХАНІЧНОГО ГІРОСКОПА RR-ТИПУ

При проектуванні торсіонних підвісів двоступеневих мікромеханічних гіроскопів (ММГ) роторного типу для забезпечення стабільності показань головну увагу приділяють забезпеченню лінійності пружних характеристик торсіонів. В той же час суттєвим для зменшення похибок є забезпечення значної жорсткості підвісу в перехресному напрямку. Наявність цієї жорсткості фактично перетворює ММГ в триступеневий прилад, що реагує не тільки на інформаційний сигнал (кутову швидкість U_{xc}), але й на його перехресні складові.

З урахуванням кінцевої жорсткості рівняння руху набувають вид

$$\begin{aligned}\ddot{\alpha} + 2h_3\dot{\alpha} + [c_3/I_3 + d_3(U_{yc}^2 + U_{zc}^2)]\alpha - q_{23}U_{zc}\dot{\beta} + q_{13}U_{yc}\dot{\gamma} &= 0; \\ \ddot{\beta} + 2h_2\dot{\beta} + [c_2/I_2 + d_2(U_{xc}^2 - U_{zc}^2)]\beta + q_{32}U_{zc}\dot{\alpha} + q_{12}U_{xc}\dot{\gamma} &= 0; \\ \ddot{\gamma} + 2h_1\dot{\gamma} + [c_1/I_1 + d_1(U_{yc}^2 - U_{xc}^2)]\gamma - q_{31}U_{yc}\dot{\alpha} + q_{21}U_{xc}\dot{\beta} &= M_B,\end{aligned}\quad (1)$$

де α – кут повороту диска ММГ, викликаний кінцевою жорсткістю; γ , β – сигнал збудження та інформаційний сигнал.

Метою роботи є дослідження впливу кінцевої жорсткості підвісу ММГ на характер вихідного інформаційного сигналу β .

На основі аналізу одержаних рівнянь руху (1) ММГ показано, що при однаковій жорсткості підвісу по вихідній координаті β та координаті α ($c_3 \approx c_2$) величина вихідного сигналу β залежить не тільки від величини кутової швидкості обертання основи U_{xc} , але і від швидкості U_{zc} , яка діє в напрямку збудження первинних коливань ($\dot{\gamma}$).

Вплив кінцевої жорсткості підвісу по координаті α визначається дією гіроскопічного члену $q_{32}U_{zc}\dot{\alpha}$ навіть при відсутності інформаційного сигналу ($q_{12}U_{xc}\dot{\gamma}$). Для зменшення цього впливу необхідно збільшувати жорсткість підвісу c_3 що найменше на порядок порівняно з жорсткістю c_2 . Дослідження показали, що зі збільшенням жорсткості по каналу α рівень завади знижується. При виконанні умови $c_3 \geq 10c_2$ коливання по координаті α майже непомітні порівняно з коливаннями по координаті β .

Ключові слова: мікромеханічний гіроскоп, жорсткість підвісу.

Науковий керівник: Бондар П.М., канд. техн. наук, доцент

УДК 629.12.053

Клішута А.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ПІДВІС ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТУ МАЯТНИКОВОГО ГІРОКОМПАСА

Під час переходу від парусних суден до парових виникла гостра необхідність створення нового компасу у зв'язку з погіршенням умов роботи магнітного компасу. Новим умовам задовольняв прилад з триступеневим гіроскопом, у якого зв'язок з Землею був не жорсткий, а здійснювався через маятник. Перший корабельний гірокомпас був створений у 1908 році німецькою фірмою «Аншютц». Дещо пізніше почали застосувати ГК на нерухомій основі. Конструктором першого наземного гірокомпаса (НГК) являється німецький вчений-механік Максиміліан Шулер. НГК являються одним з засобів визначення азимутів орієнтирних напрямів у різноманітних областях.

НГК потребують малість моментів опору у підвісі гіроскопу, в першу чергу відносно вертикальної осі. У сучасних НГК ця умова зазвичай виконується завдяки застосуванню поплавкового, торсіонного та магнітного підвісів чутливого елемента (ЧЕ). Основною вимогою, для високої точності ГК, являється застосування підвісів з малими моментами сухого тертя.

Становить інтерес розглянути підвіс маятникового ГК з використанням постійних магнітів. Їх самостійне використання не може забезпечити стійке положення тіла. При цьому магніти, що працюють на притягання, забезпечують центрування в осьовому напрямі. У запропонованій роботі розглядається конструкція та принцип роботи магнітно-рідинного (МР) підвісу ЧЕ. Чутливий елемент даного підвісу занурений у підтримуючу рідину, а його стабілізація забезпечується двома постійними магнітами, що працюють на притягання.

В кожний момент часу відносно МР підвісу виконується умова $F_A + F_T + F_M = 0$, де F_A , F_M , F_T – сили Архімеда, тяжіння та магнітного притягання відповідно. Для стійкої роботи підвісу необхідно, щоб при збільшенні зазору швидкість зміни F_M була б більше швидкості зміни F_A , а при зменшенні зазору швидкість зміни F_M була меншою за швидкість зміни F_A . У роботі розглянута можливість підтримання сталого зазору між магнітами, що забезпечує стійку роботу МР підвісу у горизонтальному напрямі. На основі отриманих виразів розраховані оптимальні геометричні параметри основних елементів підвісу.

Ключові слова: наземний маятниковий гірокомпас, підвіс чутливого елемента

Наук. керівник: Степанковський Ю.В., к.т.н., доцент

УДК 624.04:681.3

Кльофа Ю.В., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД З ПОШКОДЖЕННЯМИ І БЕЗ

Проблема безпечної експлуатації інженерних об'єктів стає з кожним роком все актуальнішою. Це пов'язано з тим, що їх старіння відбувається швидше, ніж оновлюється діагностична техніка та створюються методики проведення діагностичних робіт.

Тому для складних інженерних споруд актуальною задачею є створення їх динамічних моделей та встановлення залежностей параметрів, що характеризують їх технічний стан від множини параметрів пошкоджень.

В загальному випадку в якості діагностичних моделей складних об'єктів використовують системи алгебраїчних чи диференціальних рівнянь, регресійні, логічні співвідношення, функціональні та структурні схеми, що дозволяють пов'язати параметри ТС з вібраційними чи віброакустичними характеристиками об'єкту.

Діагностична модель об'єкту повинна встановити відповідність між простором станів об'єкту та простором діагностичних ознак. Цій вимозі серед названих розрахункових схем відповідає модель елемента конструкції у вигляді одномасового консольного стрижня та пластини, жорстко закріпленої по периметру.

На сьогоднішній день для моделювання багатьох інженерних споруд використовується метод скінченних елементів; оскільки просторова дискретна трьохвимірна розрахунково-динамічна модель, яка застосовується в ньому, здатна найбільш повно врахувати всі особливості реального об'єкту.

Інженерні конструкції можна розглядати як деяку сукупність конструктивних елементів, сполучених в кінцевому числі вузлових точок. Якщо відомі співвідношення між силами і переміщеннями для кожного елемента, то, використовуючи відомі прийоми будівельної механіки, можна описати властивості і досліджувати поведінку конструкції в цілому.

При зносі, старінні чи накопиченні пошкоджень в конструкціях будівлі відбувається перерозподіл внутрішніх зусиль, в результаті чого змінюється матриця жорсткості основних елементів споруди, змінюються відповідно частоти і форми власних коливань. Неможливість чітко розділити коливання різних форм чи суттєва відмінність частоти коливань за першою формою від проектної, однозначно відповідає аварійному стану споруди.

Науковий керівник: д.т.н., професор Бурау Н.І

УДК 531.383

Кондратов Д.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ ГИРОСКОПОВ

В данном докладе приводится обзор состояния разработок и оцениваются перспективы развития микромеханических гироскопов. Рассматриваются принципы построения и различные конструктивные схемы в зависимости от технологии изготовления (кварцевые, пьезокерамические и кремниевые чувствительные элементы). Анализируются основные инструментальные погрешности.

Основное внимание уделено обзору принципов построения ММГ с сосредоточенными параметрами и анализу достигнутых результатов при их разработке и использовании. Особое внимание уделено ММГ, изготавливаемыми американской фирмой Analog Devices, которая является одной из ведущих в данной области.

По способу реализации движения в ММГ схемы построения можно разделить на схемы с поступательными движениями по координате возбуждения и по координате выходного сигнала (так называемые LL – гироскопы, linear - linear), с угловыми движениями по обоим координатам (RR – гироскопы, rotate - rotate) и с различными комбинациями поступательных и угловых движений (LR – гироскопы).

В настоящее время в зависимости от технологии изготовления чувствительные элементы ММГ выполняются из неметаллических материалов - кварца или кремния, отсюда получили названия технологии изготовления ММГ – кварцевая; и кремниевая.

Современные ММГ значительно уступают по точности традиционным электромеханическим гироскопам, но превосходят их по массогабаритным характеристикам. Разрабатываемые образцы ММГ характеризуются сверхмалыми массой (доли граммов) и габаритами (единицы миллиметров). В зависимости от конструктивных и эксплуатационных особенностей габариты ММГ достигают размеров от 7×7×3 мм до Ø28×60 мм.

Предполагается, что ММГ вследствие своих преимуществ (малые масса и габариты, низкие стоимость и энергопотребление, высокая устойчивость к внешним воздействиям и достаточная точность) практически вытеснят традиционные гироскопы с рынка приборов низкой и средней точности.

Ключевые слова: микромеханический гироскоп, кварц, кремний, технология изготовления, погрешность.

Наук. керівник: Бондар П.М., к.т.н., доцент кафедри ПСОН

УДК 629.783: 621.39: 656.073

Кондратюк О.В. , студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ГЛОБАЛЬНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ В УКРАЇНІ

Технології й апаратура глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) GPS і ГЛОНАСС, а в перспективі й система нового покоління Galileo, стають усе більш масово використовуваними практично у всіх галузях діяльності людства, там, де потрібне точне позиціювання, навігація й керування рухливими засобами транспорту, моніторинг споруджень, різних об'єктів і процесів і т.д. GPS і ГЛОНАСС у комплексі з наземними, космічними й бортовими функціональними доповненнями стають основними засобами навігації.

Масштабне впровадження в Україні супутникових технологій навігації й точного місцевизначення (позиціювання) може бути здійснюється шляхом створення сучасних диференціальних підсистем ГНСС, що реалізують функції накопичення й обробки вимірювальної інформації, формування й поширення по всій території коригувальних виправлень для навігаційних і геодезичних визначень. Створення таких підсистем забезпечить істотне підвищення точності координатних визначень споживачів і цілісності навігаційного поля.

Національне космічне агентство України створює систему координатно – часового та навігаційного забезпечення України (СКНЗУ) для забезпечення рішення задач, як навігації, так і високоточної геодезії.

Подібно європейській системі EGNOS СКНЗУ створюється, як широкозонне диференціальне доповнення до систем GPS і ГЛОНАСС. СКНЗУ передбачає також принципіальну можливість її інформаційної інтеграції з EGNOS. У зв'язку з цим функціональні задачі СКНЗУ, пов'язані з обслуговуванням навігаційних користувачів схожі з функціональними задачами EGNOS.

У рамках рішення функціональних задач СКНЗУ забезпечує формування й доставку споживачам диференціальної коригувальної інформації в реальному масштабі часу (РМЧ), а також надає дані для післесеансної обробки.

Ключові слова: GPS, ГЛОНАСС, навігація, диференційні системи, СКНЗУ

Наук. керівник: Мураховський С.А., асистент

УДК 531.7

Костюк А.Ю., студент

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

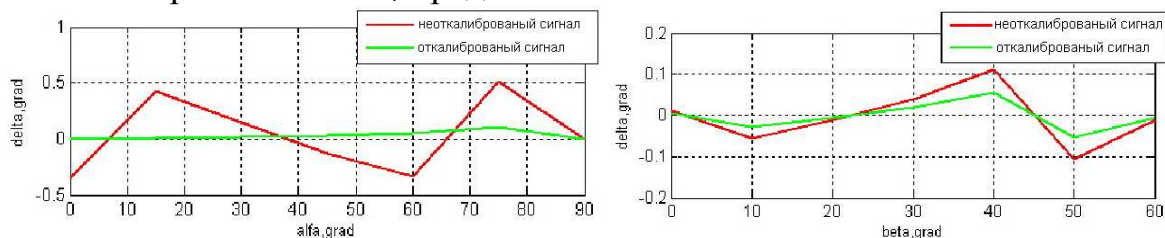
КАЛИБРОВКА БЛОКА АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

Блок чувствительных элементов содержит два двухосных акселерометра, оси чувствительности которых в идеале должны быть взаимно перпендикулярны. Точность изготовления блока акселерометров (БА) зачастую недостаточно высока: показания акселерометров содержат постоянные смещения и ошибки масштабных коэффициентов, а оси чувствительности акселерометров неперпендикулярны, что характеризуется углами взаимных перекосов. Вследствие этого блок нуждается в калибровке, заключающейся в определении оценок указанных параметров по показаниям акселерометров.

Выражения для выходных сигналов акселерометров $\tilde{a}_x, \tilde{a}_y, \tilde{a}_z$, учитывающие перекосы осей чувствительности относительно базовой системой координат $\alpha_x, \beta_x, \alpha_y, \beta_y, \alpha_z, \beta_z$, а также индивидуальность коэффициентов передачи K_x, K_y, K_z и нулевых сигналов a_{x0}, a_{y0}, a_{z0} имеют вид:

$$\begin{bmatrix} \tilde{a}_x \\ \tilde{a}_y \\ \tilde{a}_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_x & 0 & 0 \\ 0 & K_y & 0 \\ 0 & 0 & K_z \end{bmatrix} \left\{ \begin{bmatrix} \cos\alpha_x \cos\beta_x & \sin\beta_x & -\sin\alpha_x \cos\beta_x \\ -\sin\beta_y & \cos\alpha_y \cos\beta_y & \sin\alpha_y \cos\beta_y \\ \sin\beta_z & -\sin\alpha_z \cos\beta_z & \cos\alpha_z \cos\beta_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{x0} \\ a_{y0} \\ a_{z0} \end{bmatrix} \right\}$$

Для определения коэффициентов $K_i, \alpha_i, \beta_i, \alpha_{i0}$ ($i=x,y,z$) разработан эффективный алгоритм расчета, особенностью которого является использование пакетного метода наименьших квадратов (МНК). Блок акселерометров устанавливают на платформе делительной головки ОДГ10 и последовательно поворачивают, измеряя выходные сигналы, пропорциональные заданным проекциям силы тяжести. В результате расчета определяют вышеуказанные параметры. Графики погрешности для углов α и β , полученные по сигналам откалиброванного и неоткалиброванного БА, представлены ниже.



Ключевые слова: калибровка, блок акселерометров

Научный руководитель: Мелешко В.В., к.т.н., доцент

УДК 531.383

Кривицький О.В., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна
ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ ГІРОКОМПАС

Розроблена схема волоконно-оптичного гірокомпаса, який побудований на базі трьох волоконно-оптичних гіроскопів та трьох акселерометрів.

Було розглянуто принцип дії та отримано математичну модель приладу.

Досліджено основні похибки волоконно-оптичного гірокомпаса, які спричинені похибками чутливих елементів та дією зовнішніх збурень.

На основі проведеного аналізу моделі та похибок волоконно-оптичного гірокомпаса, були представлені вимоги по точності до чутливих елементів.

Принцип дії волоконно-оптичного гірокомпаса базується на постійності швидкості світла та ефекті Сань'яка. Оптиковолоконна катушка використовується як чутливий датчик, який може виміряти швидкість обертання Землі. Сигнали, що створюються цими датчиками надходять до входу обчислювального пристрою, де вони відповідним чином перетворюються та інтегруються. Комбінація трьох таких оптиковолоконних катушок (гіроскопів) та акселерометрів дозволяє визначити напрямок істинної півночі.

Оптиковолоконний гірокомпас дозволяє отримати інформацію про курс об'єкта, а також про бортову та кильову хитавицю, швидкість повороту відносно всіх трьох осей. Цей прилад може також використовуватись у якості датчика стабілізаційних систем. Встановлюється він безпосередньо на об'єкті без використання системи карданового підвісу.

Однією з переваг цього приладу є дуже висока динамічна точність та відсутність високоширокої похибки, що значно підвищує надійність об'єкта на якому встановлений волоконно-оптичний гірокомпас. Також, він має компактну конструкцію та малу вагу, низьке енергоспоживання, не потребує технічного обслуговування протягом всього строку експлуатації, має високу надійність за рахунок жорсткості конструкції та відсутності частин, які переміщуються або швидко обертаються.

Ключові слова: волоконно-оптичний гіроскоп, акселерометр, ефект Сань'яка, оптиковолоконний гірокомпас.

Наук. керівник: Аврутов В.В., к.т.н., доцент

УДК 629.783, 521.31

Куліченко М.О., магістр, Снігур А.К., доцент

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

ЛОКАЛЬНИЙ МОНІТОРИНГ ГРАВІТАЦІЙНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ АСТРОНОМІЧНОГО ГОДИННИКА ФЕДЧЕНКА

В Миколаївській астрономічній обсерваторії з метою вивчення варіацій гравітаційного поля Землі проводилися вимірювання ходу астрономічного годинника Федченка (АГФ), який є чутливий до цих варіацій. Для флуктуацій гравітаційного поля можна вказати такі незалежні адитивні складові як локальні зміни гравітаційного потенціалу, дії приливних сил планет і Сонця, рухи ядра Землі відносно мантиї. Для аналізу в даній роботі була використана вибірка погодинно усереднених значень отриманих на інтервалі з 11.12.2007 по 10.12.2009. Зміни ходу астрономічного годинника Федченка були інтерпретовані як частотні аномалії в показаннях приладу. Таким чином проблема вивчення гравітаційного поля зводиться до проблеми частотного і статистичного аналізу результатів вимірювань. З цією метою був розроблений алгоритм обробки даних, що є цифровим фільтром, на виході якого обчислюються параметри періодичних складових сигналу (Рисунок 1). В результаті аналізу знайдені частоти, що співвіднесені з частотами реальних геофізичних процесів (коливання пов'язані з сонячними та місячними періодами).

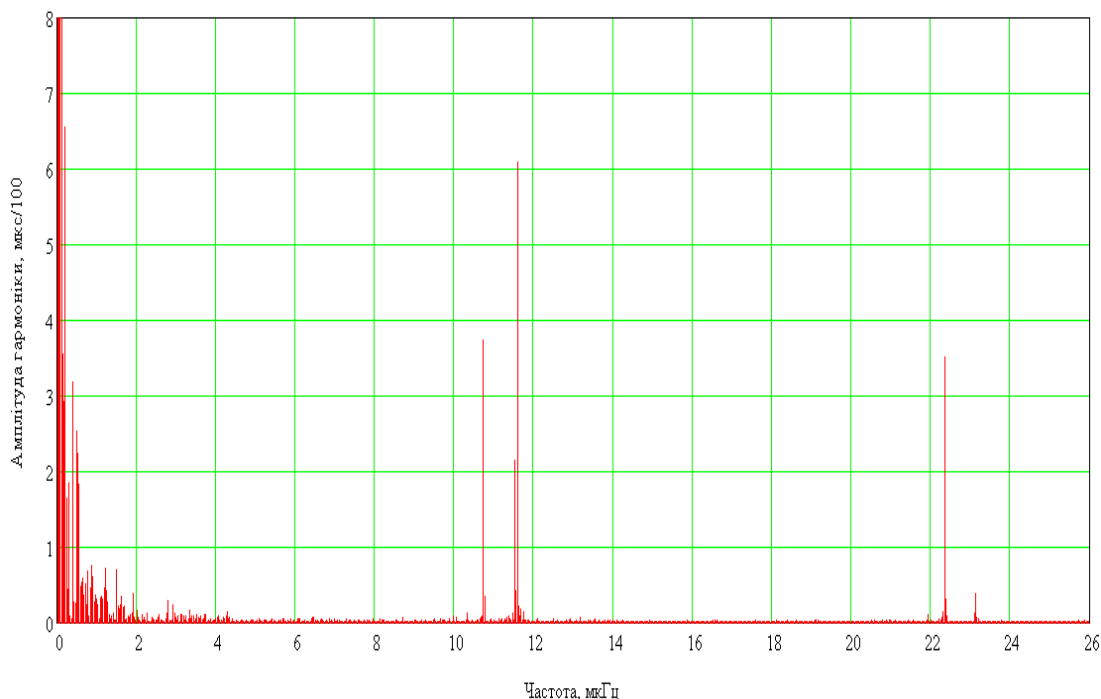


Рисунок 1

Наук. керівник: Снігур А.К., доцент кафедри морського приладобудування

УДК 531.383

Леонтьєв І.М., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна
РОЗРАХУНОК ГІРОСКОПІЧНОГО ТАХОМЕТРА

Гіроскопічні тахометри (ГТ) – це гіроскопічні прилади для вимірювання кутової швидкості основи, на якій вони встановлені.

Схема і конструкція ГТ мусить забезпечити вимірювання кутової швидкості з точністю, що потребується, в заданому діапазоні частот вібраційних і лінійних перевантажень при можливих кліматичних впливів.

Технічне завдання на розробку ГТ, складається з тактико-технічних потреб, що задаються об'єктом, для якого призначений ГТ, зумовлюють наступні характеристики приладу:

1. Діапазон кутових швидкостей, що вимірюються.
2. Поріг чутливості приладу до кутової швидкості, що вимірюється (добротність приладу).
3. Рівень нульового сигналу ГТ.
4. Чутливість приладу, або крутизна його вихідної характеристики.
5. Статична точність вимірювання кутової швидкості.
6. Похибка приладів від перехресної кутової швидкості.
7. Динамічна похибка.
8. Умови експлуатації(рівень лінійних та вібраційних перевантажень, кліматичні умови і т. п.).
9. Приблизні габарити і маса.
10. Час готовності.
11. Джерело живлення.
12. Строк служби і зберігання.

Крім вказаних параметрів прилад повинен також відповідати загальним технічним вимогам. Інколи проектування ГТ з цілю економії часу і зменшення вартості розробки ведеться під існуючі гіродвигуни.

Виходячи з добротності приладу було обрано ГТ з механічною пружиною поплавкового типу. Виходячи з заданої ваги приладу, визначив його об'єм та площу поверхні. Рационально спроектований ГТ з механічною пружиною має вид циліндра, довжина якого приблизно в 2,2 рази перевищує його діаметр. Виходячи із значення потужності вибираємо гіродвигун симетричної конструкції з стальним ротором та частотою обертання 24000 об/хв. Був проведений розрахунок поплавка рухомого вузла, датчика моменту і кута, були обрані опори. Також був визначений максимальний кут відхилення і коефіцієнт демпфування.

Отримана методика може бути використана для технічних цілей.

Основними елементами ГТ являються: гіродвигун, рамка або кожух.

Наук. керівник: Дем'яненко В.В., к.т.н.

УДК 621.833.519.004

Логинова Д.Е., студентка

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

ВИБРАЦИОННАЯ ДИНАМИКА МАШИН И ВИБРОАКУСТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА

В настоящее время в мировой практике создания и эксплуатации различных динамических объектов в машиностроении, авиации, энергетике одной из важнейших задач остается обеспечение их безопасной работы, надежности, продление ресурса, обеспечение безразборного контроля и диагностики, а также прогнозирование их дальнейшего технического состояния. Главная цель диагностики при этом состоит не только в выявлении, но и в предупреждении отказов и неисправностей сложного динамического объекта. Широкое распространение в задачах определения технического состояния объектов и их конструктивных узлов и элементов получили методы вибрационной и виброакустической диагностики.

Современная вибрационная и виброакустическая диагностика – это направления в технической диагностике, которые в качестве диагностической информации используют различные колебательные процессы: механические колебания, переменные (динамические) деформации, акустические колебания. Отличительной особенностью данных методов является использование не статических параметров, характеризующих состояние объекта, а динамических, вызывающих распространение различных колебательных процессов как и в самом объекте, так и в окружающей его среде.

Использование вибрационных и виброакустических методов диагностики для сложных динамических объектов обеспечивает оценку их технического состояния и выявление многих дефектов и повреждений на ранней стадии их развития. Такая диагностика может проводиться в процессе функционирования объекта без дорогостоящей и продолжительной по времени разборки.

Перспективными направлениями развития данных методов являются совершенствование алгоритмов обработки сигналов, а также построения информационных систем распознавания состояния объекта.

В работе представлен обзор современных средств вибрационной и виброакустической диагностики, которые используются для выявления начальных дефектов и повреждений элементов конструкций сложных динамических объектов.

Ключевые слова: динамический объект, вибрационная диагностика, виброакустическая диагностика, колебательные процессы.

Научный руководитель: Бурау Н.И. д.т.н., проф., зав. кафедры

УДК 531.383

*Лошкарьова К.В., студентка
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"*

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СХЕМ МІКРОМЕХАНІЧНИХ ГІРОСКОПІВ LL-ТИПУ

В мікромеханічних гіроскопах LL-типу (ММГ) чутливий елемент (ЧЕ) здійснює плоско паралельний рух відносно корпусу, що полегшує вимірювання амплітуди коливань ЧЕ за допомогою ємнісних перетворювачів.

Узагальнена модель таких гіроскопів має вигляд:

$$\begin{aligned}\ddot{x} + 2h_1\dot{x} + [k_1^2 - U^2]x - 2U\dot{y} &= q_1(t); \\ \ddot{y} + 2h_2\dot{y} + [k_2^2 - U^2]y + 2dU\dot{x} &= q_2(t),\end{aligned}$$

де U – вимірювана складова кутової швидкості; $d = m_1/(m_1 + m_2)$ безрозмірний коефіцієнт інерційної асиметрії.

У роботі розглянуто вплив параметра d , що визначає співвідношення між масами ЧЕ та рамки, на вид статичних характеристик та динамічні властивості гіроскопа. На основі аналізу графіків залежності амплітуди y_m вторинних коливань від вимірюваної кутової швидкості показано, що зменшення параметра d призводить до збільшення зони лінійності статичної характеристики. Це призводить до розширення діапазону вимірювань кутової швидкості.

Показано, що динамічні похибки розглянутих ММГ при гармонічному законі змінювання кутової швидкості не залежать від коефіцієнта d при гіроскопічному члені в узагальненій моделі ММГ.

Таким чином на основі порівняння ММГ з додатковою рамкою з більш простим за конструкцією одномасовим ММГ було оцінено переваги та недоліки більш складної схеми ММГ.

Головним недоліком ММГ з додатковою рамкою є зменшення коефіцієнта передачі. Проте в той же час до переваг можна віднести: збільшення лінійної зони статичної характеристики приладу; більш спрощений процес зняття інформації за допомогою звичайної гребінчастої структури, а також динамічні властивості не гірші ніж в більш простого ММГ.

На основі порівняльного аналізу різних схем ММГ LL-типу доведено, що ММГ з додатковою рамкою володіє характеристиками, які в більшій мірі відповідають технологічним вимогам до приладів такого класу.

Ключові слова: мікромеханічний гіроскоп, ММГ з додатковою рамкою, динамічні характеристики, статичні характеристики.

Наук. керівник: Бондар П.М., к.т.н., доцент

УДК 681.3

Лях О.В., студент

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

ВИКОРИСТАННЯ МЕМС У СУЧАСНОМУ ПРИЛАДОБУДУВАННІ

Мікроелектромеханічні системи MEMS (Micro Electric Mechanical Systems) мають безліч переваг в порівнянні зі звичайними датчиками. Це менші розміри і вага, знижене енергоспоживання, інтеграції схеми формування сигналу безпосередньо на чіпі, а також скорочення витрат на виготовлення датчика і системи в цілому. Концепція сенсорних мереж часто розглядається в якості одного з можливих шляхів для збору даних від групи територіально розподілених сенсорів, а також є ідеальною системою для вирішення завдань структурного моніторингу здоров'я населення. Єдиний вузол датчика зазвичай володіє обмеженою владою, яка повинна бути розподілена для ефективного витрачання на живлення датчиків, обчислювальні задачі і бездротову передачу даних. Виробництво обладнання для мікроелектроніки теж є високою технологією і рівень складності зростає майже у геометричній прогресії. Виникають нові, перспективні напрямки мікроелектроніки: MEMS-технології, нано-технології, вакуумна мікроелектроніка. Мікроелектромеханічні системи: мікросхеми, акселерометри та гіроскопи, нанофони (мініатюрні мікрофони) і т. д. MEMS - акселерометри вже використовують як датчики удару в подушках безпеки автомобілів, MEMS – акселерометри і MEMS - гіроскопи в літаках та крилатих ракетах. Інтеграція MEMS та нано-технологій часто має подвійне застосування. Це нано-роботи, які блукаючи по кровоносній системі людини, будуть проводити профілактику інсультів та інфарктів, а курсуючи по шлунку - лікувати виразки. Зрозуміла і можлива руйнівна дія таких пристроїв. Це не тільки корисні мініатюрні датчики отруйних речовин та газів, з іншого боку це мухи-шпигуни з нанофонами та оси-вбивці з отрутою. Планується використовувати різноманітні MEMS-датчики: відеокамери, мікрофони, хімічні датчики. Комах планується використовувати в ситуаціях, коли розвідувальна місія дуже небезпечна або з якоїсь причини нездійсненна для людини.

Ключові слова: мікроелектромеханічні системи, MEMS – акселерометри, нано-роботи.

Наук. керівник: Мироненко П.С., доцент., к.т.н

УДК 378.3

*Мазепа Т.Ю., студентка
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

ТЕНДЕНЦІЇ СУЧАСНОЇ ОСВІТИ

Освіта не є чимось зовнішнім стосовно інших сфер життєдіяльності людини. Процеси, що відбуваються в освіті, мають розглядатися лише в комплексі проблем людства, важливішою з яких є забезпечення добробуту людей, виживання і стійкого розвитку людської спільноти. На думку вітчизняних і зарубіжних фахівців, система освіти є реальним засобом розв'язання цієї проблеми. На темп і рівень цих позитивних зрушень, впливають такі основні тенденції змін у сфері освіти: світова тенденція зміни основної парадигми освіти; світова тенденція гуманізації освіти; світова тенденція інтеграції.

Система української вищої освіти поступово інтегрує зі світовим освітнім простором. Цей процес супроводжується системними змінами освіти — відбираються кращі світові взірці, які дають змогу підвищити якість функціонування і розвитку всіх систем сучасного суспільства. Значно розширюють можливості вищої школи дистанційне навчання, навчання за місцем роботи, нові інформаційні і комунікаційні технології. Їх розвиток відкриває широкі можливості для викладання, учіння і диверсифікації, яка надає кожній людині право обрати освітню траєкторію, що відповідає її освітнім і професійним здібностям. Система освіти України намагається адекватно реагувати на інтенсивний розвиток сучасної цивілізації і на світові тенденції в освіті. Інструментом гармонізації вітчизняної системи освіти з європейською слід вважати болонський процес. У цьому процесі ефективною визнається взаємодія вищих навчальних закладів, спрямована на створення загального банку методичних розробок, взаємне використання унікальної лабораторної бази, направлення студентів після закінчення бакалаврату до магістратури в навчальні заклади інших країн, що приєдналися до болонського процесу.

Важливим завданням болонського процесу є сприяння європейському співробітництву щодо забезпечення якості освіти, включаючи розробку сумісних критеріїв і методологій оцінки якості. Згідно з концепцією болонської декларації, яка сповідує принцип інституційної автономії, основна відповідальність за забезпечення якості покладається на вищий навчальний заклад.

Ключові слова: світова тенденція гуманізації освіти, світова тенденція інтеграції, болонський процес.

Наук. керівник: Сопілка Ю.В., асистент

УДК 530

Михайлюк А.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

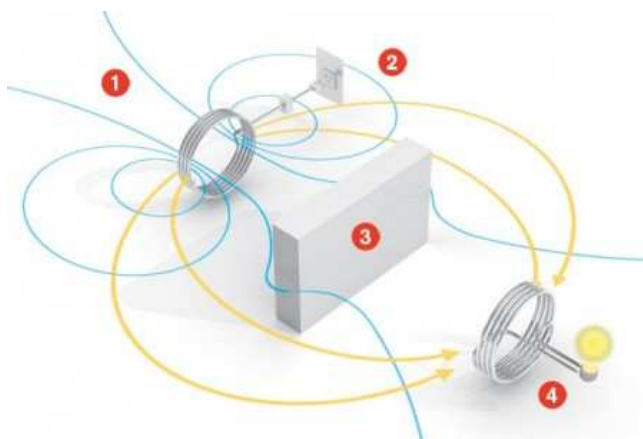
БЕЗДРОТОВА ПЕРЕДАЧА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

В основі реалізації бездротової передачі електроенергії покладено явище резонансного зв'язку, коли два налаштованих на одну й ту ж частоту об'єкта інтенсивно обмінюються енергією між собою, при цьому лише слабо взаємодіючи з іншими об'єктами.

Пристрій складається з двох налаштованих в резонанс мідних котушок, розташованих на відстані приблизно в два метри. Одна котушка підключається до джерела змінного струму 2 і створює магнітне поле. Друга котушка, налаштована на ту ж частоту і підключена до лампочки 4, резонуючи в магнітному полі, генерує струм, що запалює лампочку. Пристрій працює навіть коли між котушками помістити тонку стінку 3.

Найбільш ефективний пристрій, із створених на сьогоднішній день, складається із 60-сантиметрових мідних котушок і магнітного поля частотою 10 мегагерц, що дозволяє передавати енергію на відстань у два метри з 50-відсотковою ефективністю. Проводяться дослідження з сріблом та іншими матеріалами з метою зменшення розміру котушок і збільшення ефективності.

У 2007 році група вчених під керівництвом Марина Солячича з МІТ вперше поставила дослід з передачі електроенергії через повітря. Тоді "ефективність" склала 40%. 21 серпня 2008 компанія Intel на форумі розробників (IDF) продемонструвала бездротову передачу електрики з новим результатом: ККД "пересилання" склав 75%.



Ключові слова: котушка, магнітне поле, резонансний зв'язок, бездротова передача.

Наук. керівник: Сопілка Ю.В., асистент кафедри ПСОН, м. Київ, Україна

УДК 531.383

Михайлюк А.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ФАЗОВИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ МЕРИДІАНА

Зазвичай гіроскопічні компаси як двоступеневі так і маятникові мають кінетичний момент горизонтального напрямку. Але можливий варіант створення двоступеневого гірокомпаса з вертикально розташованим кінетичним моментом. У цьому випадку вимірювальна вісь двоступеневого гірокомпаса встановлюється горизонтально і корпус чутливого елемента приводиться у обертання відносно корпуса приладу з постійною кутовою швидкістю навколо вертикальної осі. По цій же осі для створення опорного сигналу встановлений обертовий трансформатор, статор якого жорстко зв'язаний з корпусом приладу, а ротор – з корпусом чутливого елемента. Різниця фаз опорного сигналу і сигналу повороту двоступеневого гіроскопа навколо вимірювальної осі визначає кут курсу корпуса приладу. Тобто вимірюваний кут курсу курсової риси основи визначається не безпосередньо за кутом відхилення головної осі від курсової риси, а одержується більш складним шляхом – вимірюванням зсуву фаз між вимушеними коливаннями чутливого елемента гірокомпаса відносно горизонтальної вимірювальної осі і коливаннями напруги обертового трансформатора, розташованого на вертикальній осі вимушеного обертання корпуса гірокомпаса.

Розглянуто рівняння руху такого гірокомпаса. Доведена можливість одержання інформації про кут курсу основи за виміряним вказаним зсувом фаз. Показано, що постійні моменти вздовж вимірювальної осі приладу не впливають на точність визначення курсу. Розглянуті можливі похибки, до яких відносяться: частотна похибка, а також стала складова вібраційної похибки при кутовій вібрації основи.

Складено програмну модель приладу, по якій проведені дослідження, що показують ефективність такого методу вимірювання кута курсу.

Ключові слова: гірокомпас, фазовий метод, модель, програмування.

Наук. керівник: Лазарєв Ю.Ф., к.т.н., доцент

УДК 629.7.05

Нужний О.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

СУЧАСНИЙ СТАН РОЗВИТКУ СИСТЕМ ОБЧИСЛЕННЯ ШЛЯХУ

Одним з методів визначення місця розташування рухомих об'єктів є метод навігаційного числення шляху, що також називається методом інерціальній навігації. В даний час цей метод застосовується в робототехніці на транспортних засобах всіх типів та для індивідуальної навігації

У більшості систем визначення місцезнаходження транспортних засобів навігаційний комп'ютер підключається до спідометра автомобіля. Сучасні електронні спідометри можуть видавати так звані колісні імпульси через кожні 20 см пробігу, що забезпечує високу точність вимірювання пройденого шляху. В тих випадках, коли підключення до спідометра не зовсім зручно з точки зору компоновки і розміщення апаратури можуть використовуватися інші способи вимірювання відстаней, такі, як нанесення оптичних стрічок на шинах і розміщення магнітних стрічок на колесах автомобіля. Більш складним завданням є визначення курсу. Найпростішим і найдешевшим з методів визначення напрямку руху транспортного засіб є використання магнітного компаса. До основних недоліків такого приладу відносяться невисока точність, необхідність введення поправки на магнітне відхилення і, головне, необхідність обліку магнітних полів самої автомашини та інших факторів викривлення магнітного поля Землі. Використання більш точних геомагнітних приладів на основі магнітних датчиків (феррозондів) та потужних бортових комп'ютерів, що забезпечують облік поправки дирекційного кута, дозволяє позбутися від частини зазначених недоліків. Однак головний недолік подібних приладів, пов'язаний з спотвореннями магнітного поля, не усувається. Тому в ряді систем визначення місцезнаходження автомашин магнітні датчики напрямку, що представляють, як правило, трикомпонентні вимірювачі магнітного поля Землі, доповнюються іншими приладами. В якості таких приладів найбільш часто використовуються датчики прискорення - акселерометри.

Очевидно, що найближчим часом для систем визначення місцезнаходження автомашин прилади інерціальної навігації знайдуть найбільше застосування не в якості автономних пристроїв, а як доповнення до пристроїв супутникової радіонавігації. Інтеграція приймачів супутникових навігаційних систем та датчиків напрямку і пройденого шляху дозволить збільшити точність визначення місцезнаходження, усунути "мертві зони", та втрату початкових ділянок маршруту автомашин.

Наук. керівник: Аврутов В.В., к.т.н., доцент

УДК531.383

Перепада В.В., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОМЕХАНІЧНИХ ДАТЧИКІВ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ

В даній роботі виконані дослідження характеристик мікромеханічних датчиків кутової швидкості (ДКШ), які набувають все більшого поширення в системах керування, стабілізації, орієнтації і навігації завдяки малій вартості, мініатюрним розмірам, доступності.

Для дослідження обрані найсучасніші мікромеханічні ДКШ ADXRS610 фірми Analog Devices та MLX90609R2 фірми Melexis, доступні на Українському ринку. Для виконання тестів вказані ДКШ були напаяні на друковані плати і встановлені разом з платою обчислювача та сервісною електронікою на алюмінієвій пластині. У якості обчислювача використано мікроконвертор ARM7, а аналого-цифрового перетворювача 16-розрядний АЦП AD7671 – обидва фірми Analog Devices. На рис.1 показана фотографія збірки з 9-ти ДКШ ADXRS610. На рисунку позначено: 1 – ДКШ ADXRS610, напаяні на плати; 2 – плата з АЦП та мікроконтролером; 3 – основа; 4 – роз'єм.

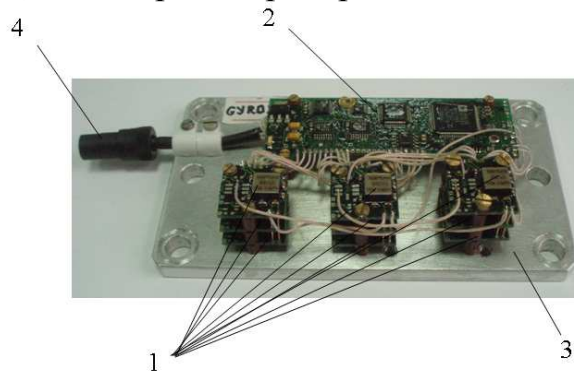


Рис.1

В результаті проведених досліджень отримані результати, наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

ДКШ	ADXRS610	MLX90609R2
Масштабні коефіцієнти, код/(°/с)	79.1 ... 81.7	86.8 ... 89.4
Зміщення нуля, °/с	0.8 ... 30.3	1.2 ... 32.5
Чутливість до прискорення, °/с/g	0.02 ... 0.2	0.02 ... 0.8
Інтенсивність шуму, °/с/ $\sqrt{\text{Гц}}$	0.03 ... 0.05	0.01 ... 0.03
Стабільність нуля за методикою Аллана	0.033 ... 0.045	0.01 ... 0.02

Наук. керівник: Нестеренко О.І., доцент, к.т.н.

УДК 629.7+531.383

Симоненко В.М., студент

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

ОБЗОР СОСТОЯНИЯ РАЗВИТИЯ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Первое применение технологии инерциальных навигационных систем (ИНС) относится к приборам управления полетом ракет V-2. С тех пор ИНС в своем развитии прошли путь от электромеханических полностью автономных устройств платформенного типа до бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС), построенных с использованием оптико-электронных или твердотельных чувствительных элементов, выполненных по технологии MEMS, интегрированных со спутниковыми радионавигационными системами GPS/ГЛОНАСС/ GALILEO.

Сегодня можно говорить о создании синергических ИНС, основанных на эффекте согласованного взаимодействия частей системы.

Известно, что погрешности ИНС вызваны погрешностями датчиков (гироскопов и акселерометров), а также несовершенством используемой модели гравитационного поля. Например, современные авиационные автономные ИНС имеют погрешности, скорость изменения которых составляет 500 м/час. Если для самолетов с коротким временем полета эти погрешности не критичны, то для самолетов с длительным временем полета необходима коррекция показаний ИНС от доступных спутниковых радионавигационных систем.

Военные, используя GPS в специальном режиме Precise Positioning Service (PPS), получают погрешность определения координат интегрированных ИНС/GPS с вероятностью 0,95 на уровне 21м. Применение фильтра Калмана увеличивает точность таких систем до 3м. В ближайшее время ожидается повышение точности до 1м и выше.

Требования к датчикам первичной информации существенно упрощаются за счет появляющихся алгоритмических возможностей бортового компьютера системы. Резервирование аппаратуры БИНС способно сохранять работоспособность системы при произвольных отказах. Новые возможности предоставляет концепция БИНС с автономной диагностикой работоспособности аппаратуры, что приводит к построению системы, адаптивной к отказам и достижению более высокой надежности.

Ключевые слова: гироскопы, акселерометры, инерциальные навигационные системы, спутниковые радионавигационные системы, GPS/ГЛОНАСС/ GALILEO.

Науч. руководитель: Аврутов В.В., доцент, к.т.н.

УДК 629.179.13

*Степанов Е.А., Трофименко Р.А., Яцко Л.Л., к.т.н.
ОАО НТК “Электронприлад”*

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТА ЗАЩИТЫ СИЛОВОЙ ТУРБИНЫ.

Газотурбинные двигатели (ГТД) применяются в летательных аппаратах (ЛА) как основные двигатели и предназначены для обеспечения всех энергетических потребностей ЛА. К наиболее катастрофическим последствиям, для ГТД и ЛА в целом, может привести обрыв (поломка) вала ротора силовой турбины, так как он является самым нагруженным элементом в конструкции ГТД. Особенностью настоящего момента является тенденция увеличения мощности двигателей за счет форсирования параметров их работы и использования резервов прочности элементов конструкции, без изменения конструктивного облика. Задачи контроля текущего состояния и парирования отказов в реальном режиме времени – новые функции, которыми дорабатываются и оснащаются существующие системы контроля и управления ГТД. Для обеспечения контроля целостности силовой турбины, применяются т.н. устройства АЗСТ – автоматы защиты силовой турбины. В современных системах автоматического управления (САУ), данные устройства реализованы в виде аналоговых модулей и дополнительной программной реализацией на базе устройств центральных вычислителей. В случае, если микропроцессорная система выйдет из строя, то надсистемный аналоговый модуль выполнит автоматический останов двигателя. Эксплуатация такой системы показала ряд недостатков – на аналоговом модуле невозможно реализовать функции контроля целостности линий связи с датчиками и исполнительными механизмами до начала запуска ГТД, сложно регистрировать текущие параметры по каналу принятия решения в эксплуатационном бортовом накопителе, точность аналоговых каналов определяется точностью элементной базы (разброс параметров резисторов, конденсаторов, диодов и т.д.) при этом спрогнозировать уход точностных параметров устройства на длительных временных отрезках (5-10 лет) – невозможно. Устройство защиты силовой турбины, реализованное на микроконтроллерах – лишено многих недостатков. В частности, такое устройство можно оснастить дополнительными функциями контроля внешних и внутренних цепей, устройство обеспечивает обмен с центральной процессорной системой по каналу последовательной связи, регистрирует и выдает текущие значения контролируемых параметров, что позволяет центральной процессорной системе пользоваться этими данными как альтернативными, в случае отказа основных датчиков. Система имеет повышенное быстродействие и точность принятия решения, независимую от временных факторов.

Ключевые слова: ГТД, силовая турбина, АЗСТ, САУ.

УДК 531.383

Хоца А.А., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРАЦІЙНОЇ ПОХИБКИ НАЗЕМНОГО МАЯТНИКОВОГО ГІРОКОМПАСА В КОМПЕНСАЦІЙНОМУ РЕЖИМІ

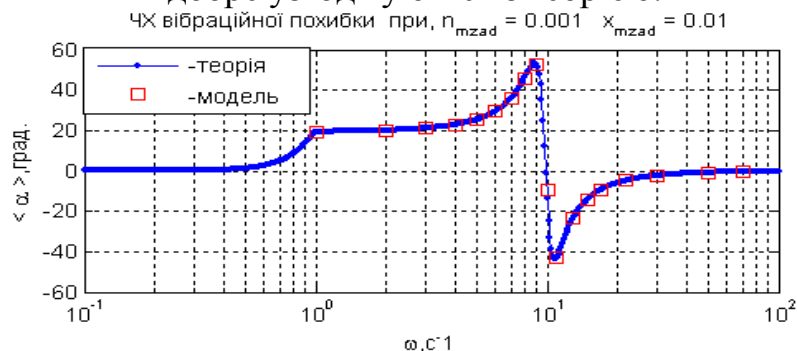
Наземні маятникові гірокомпаси (НМГК) працюють в умовах наземної вібрації основи, зумовленої роботою джерел живлення, але навіть такі незначні вібрації, які сягають за амплітудою переміщення точки підвісу гірокомпаса у 1см, і за амплітудою віброперевантаження 0,001, можуть викликати значні похибки. Тому актуальною є задача теоретичного дослідження вібраційної похибки наземного маятникового гірокомпаса в описаних умовах. Одним з шляхів підвищення вібростійкості наземного маятникового гірокомпаса, є застосування його у компенсаційному режимі. Становить інтерес виявити особливості руху компенсаційного гірокомпаса і його можливості зменшення вібраційної похибки.

Складена теоретична модель, на основі якої створена програмна модель, яка дозволяє дослідити особливості поточного руху гірокомпаса при вібрації основи.

Знайдена узагальнена формула вібраційної похибки наземного маятникового гірокомпаса.

$$\langle \Delta \psi \rangle = \frac{1}{2} \frac{n_{nm} n_{em} \omega_{gm} k}{\omega_{\zeta} \cos \varphi_{\tilde{A}} (1+k)} \left(\frac{1-\nu^2}{(1-\nu^2)^2 + 4\zeta^2 \nu^2} - \frac{\omega_{\zeta} \cos \varphi_{\tilde{A}} (1+k) \omega_{gm}}{\omega_{\zeta} \cos \varphi_{\tilde{A}} (1+k) \omega_{gm} - \nu^2 \omega_m^2} \right), \text{ а } \nu = \frac{\omega}{\omega_m}$$

Проведені дослідження за програмною моделлю залежності від частоти вібрації основи вібраційної похибки. Результати наведені на рисунку і добре узгоджуються з теорією.



Дослідження показали, що введення компенсаційного режиму мало впливає на вібраційну похибку.

Ключові слова: наземний гірокомпас, вібраційна похибка, компенсаційний режим.

Наук. керівник: Лазарєв Ю.Ф., доцент, к.т.н.

УДК 527.3

Цвігун К.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ВИКОРИСТАННЯ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ В СУЧАСНИХ НАЗЕМНИХ ОБ'ЄКТАХ

Розглянуто сфери використання акселерометрів в сучасних наземних об'єктах та способи їх застосування для вирішення різноманітних задач, які постають перед нами.

Для початку спробуємо розібратися, що це за прилад, і які різновиди його існують. Назва йде з латинської мови: *acellero* (прискорюю) и *metreo* (вимірюю). Отже, **акселерометр – прилад, який вимірює величину прискорення.** Цей пристрій являє собою прилад, який має інерційний елемент, переміщення якого відносно корпусу приладу обмежено пружинним зв'язком. Існують акселерометри прямої дії і компенсаційні. По типу інерційного елемента акселерометри бувають двох класів: осьові та маятникові. Також існують інтегруючі акселерометри, залежно від вхідного сигналу.

Спочатку, акселерометри створювалися як авіаційні прилади, але з розвитком технічного прогресу виникла необхідність застосування його в інших, сухопутних об'єктах. Про використання даного пристрою на повітряних і морських судах вже відомо давно. В даній доповіді спробуємо розібратися, навіщо такий прилад знадобився в об'єктах, які міцно прив'язані до земної поверхні.

Сучасні технічні рішення в сфері безпеки, медицини, машинобудування, побуту, розваг і спорту, часто включають в себе використання акселерометрів. Про те, найбільш корисливим для людини є застосування акселерометрів в сфері безпеки, адже, ніяка забавка не може порівнятися із здоров'ям, а інколи і з життям, а ситуації, коли від акселерометра залежить безпека людини, в прямому значенні цього слова, виникають дуже часто. Яскравим прикладом цього є автомобіль. Всі акселерометри які тут встановлюються, використовуються як елементи систем безпеки. Також даний прилад використовують в комп'ютерах, а саме в системі захисту жорсткого диску, в гірськолижному обладнанні, в сноубордах, набув широкого застосування в медицині (наприклад, нейром'язовий стимулятор), останнім часом стали популярними мобільні телефони, які при повороті корпусу повертають зображення дисплею, акселерометр відіграє ключову роль в мобільних іграх, в яких для керування ігровим процесом використовується положення мобільного телефону в просторі.

Ключові слова: акселерометр, інерційний елемент, наземні об'єкти.

Наук. керівник: Рудик Ю.М., асистент, к.т.н.

УДК 624.92.012.3.4:004.04

Цыбульник С.А., Шевчук Д.В.

Национальный технический университет Украины

“Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина

ВИБРАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ АНКЕРНЫХ ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Ежегодно в мире происходит огромное количество опасных природных явлений, значительная часть которых приходится на оползневые процессы (порядка 20%), которые наносят значительный социальный, экономический и экологический ущерб, поэтому борьба с этим природным явлением является весьма актуальной задачей.

Для предотвращения сползания горных пород на их пути строятся противооползневые сооружения, которые в некоторых случаях анкерятся. Разрушение этих сооружений во времени может проходить по двум схемам: быстротечно и постепенно. В случае второй схемы происходит медленное накопление повреждений. При этом укрепляют конструкцию обычно после визуального их определения. В связи с этим задачей для дальнейших исследований является диагностика микротрещин на раннем этапе их развития.

В работе рассмотрены реальные сигналы вибрации, полученные методом импульсного возбуждения свободных колебаний на некоторых анкерных противооползневых сооружениях (АПС) Крыма. При обработке помимо преобразования Фурье были использованы также и другие методы спектрального оценивания. Применение параметрических методов не дало положительных результатов. Это связано с тем, что при использовании авторегрессионных методов важно правильно выбрать порядок авторегрессионной модели, значение которого должно быть в два раза больше числа содержащихся в анализируемом сигнале гармонических колебаний. Поскольку датчик помимо полезного сигнала воспринимает также разного рода шумовые процессы, которые могут быть квазипериодическими, выбор правильного порядка модели затруднен. Непараметрические методы, напротив, показали удовлетворительные результаты. В особенности следует отметить эффективность метода усреднения модифицированных периодограмм (метод Уэлча).

Полученные результаты являются основой для усовершенствования методики мониторинга технического состояния АПС и прогнозирования их остаточного ресурса.

Ключевые слова: противооползневые сооружения, мониторинг технического состояния, обработка сигналов вибрации.

Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. Жуковский Ю.Г.

УДК 531.383

Чорний О.І., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ВПЛИВ ПОХИБОК ВИГОТОВЛЕННЯ ПІДВІСУ АКСЕЛЕРОМЕТРА НА ЙОГО ПРУЖНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Пружні підвіси навігаційних акселерометрів виготовляються як одне ціле з чутливим елементом шляхом механічної, або електрохімічної обробки. Матеріалом підвісу є кварц, або кремній. Для збільшення поперечної жорсткості, підвіс виготовляється з двох паралельно розміщених пружних елементів. Переріз одного пружного елемента показано на рис.1. Конструктивні параметри пружного елемента: b – ширина; h – товщина пружного елемента в його найбільш вузькій частині; r – радіус пресування.

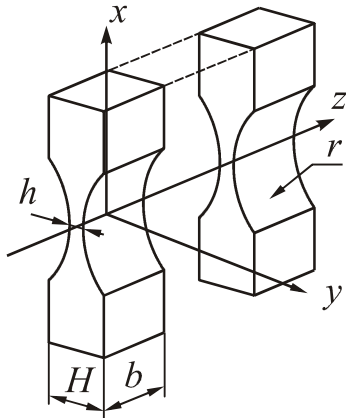


Рис. 1

Метою роботи є: дослідження впливу технологічних похибок виготовлення підвісу на його пружні характеристики, та на цій основі визначення допусків на виготовлення.

Розраховано матрицю жорсткості C пружного елемента в своїй локальній системі координат $Oxyz$, показано, що вона має діагональний вид.

При дослідженні впливу технологічних похибок на коефіцієнт лінійної жорсткості підвісу, розглянуто такі фактори:

- Вплив величини товщини h пружного елемента в його найбільш вузькій частині при постійному радіусі пресування r .
- Вплив величини радіуса пресування r пружного елемента при постійній товщині в найбільш вузькій частині h .

При дослідженні впливу технологічних похибок на коефіцієнт кутової жорсткості підвісу, розглянуто такі фактори:

- кутовий перекид відносно осі Ox ;
- лінійний зсув уздовж осі Oy ;
- кутовий перекид відносно осі Oy .

Сформульовані основні обмеження на допуски для виготовлення пружних підвісів.

Ключові слова: пружний підвіс, технологічні похибки.

Наук.керівник: Бондар П.М, к.т.н., доцент

УДК 531.383

Чорний Ю.М., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

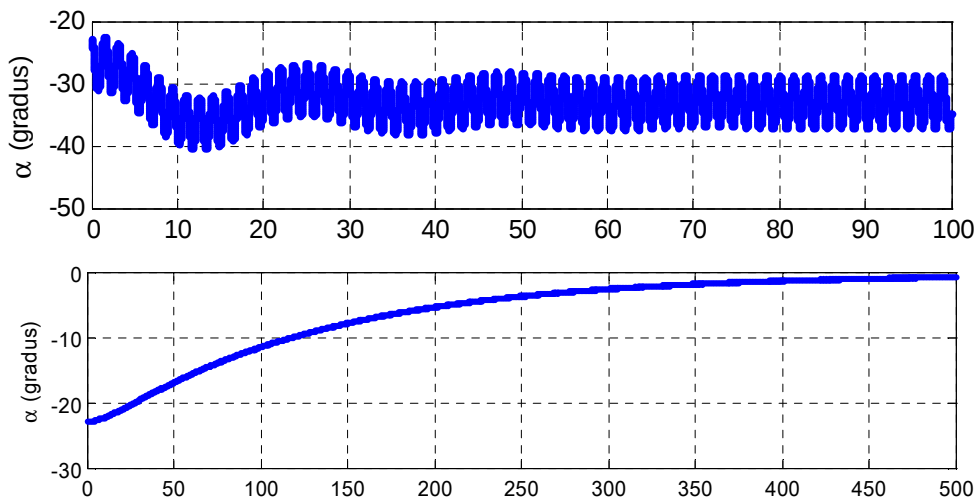
МОДЕЛЮВАННЯ ПОВОДЖЕННЯ ВІБРОСТІЙКОГО ДВОСТУПЕНЕВОГО ГІРОКОМПАСА

Двоступеневі гірокомпаси ДГК мають значну похибку при кутовій вібрації основи. Саме ця обставина перешкоджає широкому застосуванню цього типу гірокомпасів на практиці. Тому актуальною є задача збільшення вібростійкості ДГК.

Робота присвячена вивченню можливості підвищення вібростійкості ДГК шляхом збільшення піддатливості в'язі вимірювальної осі з корпусом приладу. Складені рівняння руху чутливого елемента ДГК з урахуванням піддатливості у в'язях. Знайдені розв'язки рівнянь першого наближення. На їх основі знайдена формула сталої складової вібраційної похибки за рівняннями другого наближення:

$$\langle \sin \alpha \rangle = \frac{\omega^2 \cdot \varphi_m \cdot \vartheta_m}{2 \cdot \omega_r^2 \cdot (1 - \omega^2 / \omega_r^2) \cdot (1 - \omega^2 / \lambda_1^2) \cdot (1 - \omega^2 / \lambda_2^2)}$$

Розроблена програмна модель в системі MatLab. Результати моделювання наведені на рисунку. Прийнято: $\lambda = 1000$, амплітуди вібрації основи $\varphi_m = \vartheta_m = 1'$, частота вібрації $\omega = 4$. Перший рисунок відповідає жорсткій в'язі $\omega_\gamma = \omega_\beta = 6.2 \cdot 10^4$, а другий $\omega_\gamma = \omega_\beta = 100$. У першому випадку $\langle \alpha \rangle = -33^\circ$, у другому $\langle \alpha \rangle = -0,8^\circ$.



Теоретичне дослідження і моделювання підтверджують ефективність підвищення вібростійкості ДГК за рахунок збільшення піддатливості в'язі вимірювальної осі з корпусом приладу.

Наук. керівник: Лазарєв Ю.Ф., доцент, к.т.н.

УДК 531.383

Шевченко І.О., студент

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна

МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНИХ ЗВОРОТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

При проектуванні гіроскопічних датчиків кутової швидкості для компенсації гіроскопічного моменту найчастіше використовують компенсаційну схему побудови. Перевагою такої схеми є врівноваження гіроскопічного моменту гіроскопа моментом датчика моментів (ДМ), що забезпечує суттєве зменшення похибок вимірювань та кута повороту чутливого елемента. Головними вимогами до ДМ такого класу є: високий питомий момент, стабільність коефіцієнту перетворення та широкий діапазон створюваних моментів. Найбільш уживаним є зворотний магнітоелектричний перетворювач.

При ескізному проектуванні датчика кутової швидкості із заданими масогабаритними характеристиками потрібно провести раціональний розподіл сумарної маси між основними елементами: гіромотором, датчиком кута та датчиком моменту. Для полегшення роботи часто застосовують допоміжні номограми, в яких наведені залежності ваги датчиків моменту від його силових параметрів – створюваного моменту та сили струму в обмотках. В літературі наведені такі номограми для двополюсних датчиків з магнітопроводом із сплаву ЮНДК-24.

В даний час все більшого поширення набувають багатополюсні датчики моменту на основі більш сучасних магнітних матеріалів.

Мета роботи – розробка аналогічних номограм, що дозволяють на основі даних про параметри гіромотора та величину вимірюваної кутової швидкості оцінити масогабаритні характеристики багатополюсного датчика моменту. Як приклад наведена методика визначення параметрів датчика моменту з шестиполюсним циліндричним магнітом на основі рідкоземельних матеріалів (самарій-кобальтового сплаву КС-37).

Розрахунки базуються на визначенні середньої довжини силової лінії, площі поперечного перерізу нейтральної зони постійного магніта, коефіцієнта приведення та провідності між циліндричною поверхньою постійного магніта і внутрішньою циліндричною поверхньою ярма.

Ключові слова: датчик моментів, номограма, магніт, зворотний перетворювач, гіроскопічний момент.

Наук. керівник: Бондар П.М., к.т.н., доцент

УДК 624.953; 004.03

Шевчук Д.В., студент, Цибульник С.О., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

БАГАТОКАНАЛЬНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЕКОЛОГО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

За останні роки стан екології в більшості країн світу небезпечно погіршився. Викликано це неправильним використанням природних ресурсів, негативним впливом на природу технічного прогресу і промислових об'єктів. Особливу увагу слід звернути на промислові об'єкти, адже їх частка в погіршенні екології чи не найбільша. На сьогоднішній день відомо, що найбільш небезпечними є нафтогазова, металургійна та хімічна промисловості. Тому виробничі процеси цих підприємств слід жорстко контролювати, приділяючи значну увагу зберіганню, перевезенню та виготовленню еколого-небезпечних речовин, бо саме еколого-небезпечні речовини становлять основну загрозу для навколишнього середовища.

Для попередження виникнення аварійних ситуацій на еколого-небезпечних об'єктах, якими є резервуари для зберігання небезпечних речовин була розроблена багатоканальна система, яка реалізує методи вібраційної діагностики. Вона працює в режимі постійного та автоматичного зняття й обробки інформації.

На об'єкт в якому зберігаються небезпечні речовини завжди діють збурення. Найнебезпечніші з них це мікросейсмічні збурення, вітрові навантаження та температурні зміни. Розроблена система вимірює реакцію еколого-небезпечного об'єкта на ці збурення за допомогою датчиків(акселерометрів, інклінометрів, датчиків температури та вологості). Великою перевагою, з точки зору економії, є те, що одним датчиком (акселерометром) вимірюється як власна частота коливань так і кутових переміщення об'єкта. Для зменшення похибок, які виникають через паразитні вібрації, при вимірюванні низькочастотних коливань ємкостей, використовується установка акселерометрів на клей (тверді каталітичні та термореактивні клеї). Потім аналогові сигнали отримані з датчиків перетворюються в дискретні. Це перетворення здійснює АЦП з відповідною частотою квантування і розрядністю. Оцифрований сигнал потрапляє до бездротової лінії зв'язку, яка має менший час розгортання, більш гнучку конфігурацію, зменшує до мінімуму будівельно-монтажні роботи порівняно з дротовими лініями зв'язку. Таким чином сигнал потрапляє до ПК і після його обробки видається інформація про те, як збурення вплинули на стан резервуара. Наявність якісного програмного забезпечення робить систему простішою і комфортною у використанні.

Наук. керівник: Жуковський Ю.Г., к.т.н., с.н.с.

УДК 531.383

*Юхименко Ю.А., студент, Шульга М.С., студент
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВОЙНОГО ФИЗИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

Двойной физический маятник представляет собой сложную динамическую систему, которая обладает нелинейными свойствами. Поэтому актуальной является задача моделирования свободного и вынужденного движения такого маятника с целью анализа влияния параметров маятника и входного воздействия на характер движения.

Для решения задачи разработана математическая модель маятника с учетом поступательных вибраций точки подвеса. Уравнения движения маятника получены методом Лагранжа 2-го рода. Поскольку система дифференциальных уравнений является нелинейной, то для исследования устойчивости и вынужденных колебаний проведена линеаризация исходной системы уравнений. На основе полученных линеаризованных уравнений определены предельные значения коэффициентов демпфирования для обеспечения устойчивости, а также получены передаточные функции системы по заданному входному воздействию – горизонтальной составляющей вектора ускорения:

$$W_1(p) = \frac{mgl_1(J_{20}p^2 + f_2p + mgl_2) - mgl_2J_{12}p^2}{(J_{10}p^2 + f_1p + mgl_1)(J_{20}p^2 + f_2p + mgl_2) - J_{12}^2p^4},$$

$$W_2(p) = \frac{mgl_2(J_{10}p^2 + f_1p + mgl_1) - mgl_1J_{12}p^2}{(J_{10}p^2 + f_1p + mgl_1)(J_{20}p^2 + f_2p + mgl_2) - J_{12}^2p^4}.$$

Для подтверждения полученных результатов, полная математическая модель маятника была реализована в виде комплекса программ в системе MatLab. Проведено программное моделирование свободного движения двойного физического маятника. Проанализировано влияние массовых и геометрических параметров маятника на частоты собственных колебаний. Также проведено моделирование динамики маятника при действии поступательных вибраций основания. Полученные результаты моделирования соответствуют расчетным теоретическим значениям амплитуд колебаний при малых амплитудах вибрации. При значительных амплитудах перегрузки возникает постоянная составляющая колебаний как проявление выпрямительного эффекта.

Ключевые слова: физический маятник, моделирование, собственные колебания, вынужденные колебания.

Научный руководитель: Мураховский С.А., ассистент