

Литература

1. Grewall M., Weill L.R., and Andrews A.P. (2013) Global Navigation Satellite Systems, Inertial Navigation, and Integration. N.Y.:John Wiley & Sons. Third Edition.
2. Степанов, О.А. Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации. Часть 1. 2010// Введение в теорию фильтрации . ЦНИИ 2011.
3. Gibbs, Bruce P. (2011) Advanced Kalman Filtering, Least-Squares and Modeling: A Practical Handbook, John Wiley&Sons, Inc.
4. Степанов, О.А. (2003) Применение теории нелинейной фильтрации в задачах обработки навигационной информации. 2003.
5. Gustafsson, F., Gunnarsson, F., Bergman, N., Forssell, U., Jansson, J., Karlsson, R., and Nordlund, P.-J. (2002) Particle Filters for Positioning, Navigation and Tracking, IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 50, no. 2, pp. 425–437.

Ключевые слова: теория фильтрации, постановка задачи, нелинейные измерения, навигационная система, коррекция.

УДК 62-752.4:621.373.8

КОМПЛЕКСНАЯ ТЕРМОКОМПЕНСАЦИЯ ТРЕХОСНОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА

Головач С.В.

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

E-mail: golovach.s@meta.ua

В классическом варианте построения бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС) основной ее частью является блок измерительных датчиков для определения в инерциальном пространстве углового и линейного положения объекта, на котором установлена БИНС. В состав такого блока часто входят маятниковые или микромеханические акселерометры (АК). Главным недостатком таких АК является высокая температурная зависимость показаний их чувствительных элементов, что приводит к увеличению погрешности определения линейного положения объекта в инерциальной системе координат [1]. Влияние колебаний температуры внешней среды на работу чувствительных элементов АК устраняют путем различных конструктивных решений, суть которых заключается в термостатировании акселерометрического [2] блока датчиков.

Измерительный канал трехосного АК в составе исследуемого БИНС представляет собой совокупность первичных измерителей кажущегося ускорения и блока обработки аналоговых сигналов. В качестве первичных измерителей используются маятниковые акселерометры. Конструктивное и схемотехническое решение блока обработки аналоговых сигналов предусматривает наличие в его составе интегрирующего АЦП с уравниванием заряда и термодатчика [3]. Температурный дрейф этого блока проявляется в том, что при неизменном во времени и не зависящем от температуры значении входного тока наблюдается недопустимо большое с

точки зрения точности АК изменение значений выходных кодов, вызванное влиянием изменения температуры окружающей среды.

Комплексная термокомпенсация трехосного АК предусматривает два этапа:

– термокомпенсация блока преобразования сигналов, выполняемая до полной сборки БИНС с использованием его собственного термодатчика, устраняющая влияние температуры непосредственно окружающей блок внешней (по отношению к нему) среды;

– термокомпенсация канала преобразования сигналов акселерометров, выполняемая после полной сборки БИНС на этапе его комплексной отладки и калибровки и устраняющая влияние не учтенных предыдущим этапом факторов, определяющих зависимость показаний акселерометров от температуры внешней по отношению к корпусу всего изделия среды.

В практике определения температурных зависимостей широко используется подход с применением нормированных аппроксимирующих функций, в соответствии с которым температурная зависимость аддитивной дополнительной погрешности типа смещения нуля может быть представлена следующим образом:

$$\Delta N_{x(y,z)}(N_t) = \Delta N_{x(y,z)}(0) + \Delta^{max} \Delta N_{x(y,z)} \times F_{s\ x(y,z)}^T(N_t), \quad (1)$$

где $\Delta N_{x(y,z)}(0)$ – значение приведенного к выходу смещения нуля, зафиксированное при температурных испытаниях в нормальных условиях работы; $\Delta^{max} \Delta N_{x(y,z)}$ – максимальное изменение смещения нуля, зафиксированное в рабочем диапазоне температур; $F_{s\ x(y,z)}^T(N_t)$ – нормированная аппроксимирующая функция. Обычно такая функция представляет собой степенной ряд вида:

$$F_{s\ x(y,z)}^T(N_t) = a_1 \times N_t + a_2 \times (N_t)^2 + \dots + a_q \times (N_t)^q \quad (2)$$

где q – порядок функции.

Для экспериментального определения коэффициентов аппроксимирующих функций был использован опытный образец трехосного АК, который в течение 12 часов подвергался температурным воздействиям в термокамере.

Литература

1. J.Mackley, S.Nahavandi. Active temperature compensation for an accelerometer based angle measuring device // Robotics: trends, principles, and applications : proceedings of the Sixth Biannual World Automation Congress (WAC), ISORA, Seville, Spain, TSI Press, Albuquerque, N.M. –2004. – P.1-6.
2. David H. Titterton, John L. Weston. StrapdownInertialNavigationTechnology - 2nd Edition / David H. Titterton – Institution of Electrical Engineers, United Kingdom, 2004.– P.156-157.
3. IEEE, 2005. IEEE Recommended Practice for Inertial Sensor Test Equipment, Instrumentation, Data Acquisition and Analysis // IEEE Std. 1554-2005.

Ключевые слова: акселерометр, термокомпенсация, БИНС.