

УДК 531.383

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ТЕМПЕРАТУРНОЙ КОМПЕНСАЦИИ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЧАСТОТЫ КОНТУРА ВОЗБУЖДЕНИЯ ВОЛНОВОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ГИРОСКОПА

Баранкова Е.О. (ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»),

Научный руководитель – к.т.н., доцент Погорелов М.Г.

(ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»)

Аннотация

В работе разработан способ температурной компенсации неустойчивости частоты контура возбуждения волнового твердотельного гироскопа (ВТГ). Также была разработана схема коррекции погрешности угловой скорости.

Экспериментально выявлена зависимость выходного сигнала ВТГ от изменения температуры чувствительного элемента (ЧЭ). Основной задачей работы является разработка способа температурной компенсации неустойчивости частоты возбуждения ВТГ.

В ходе проведения испытаний ВТГ с металлическим резонатором были получены графики резонансной частоты резонатора, амплитуды сигнала коррекции напряжения возбуждения, амплитуды сигналов компенсации квадратурной и кориолисовой составляющих от температуры и угловой скорости вращения ВТГ, были построены: график изменения резонансной частоты резонатора от угловой скорости ВТГ при постоянной температуре (температура внешней среды +40 °С) и график изменения резонансной частоты резонатора от температуры при отсутствии вращения ВТГ. Анализ графика резонансной частоты от угловой скорости вращения ВТГ можно заключить, что эта зависимость имеет квадратичный характер. Разность значений резонансных частот при значениях угловой скорости вращения ВТГ 0 °/с и 2000 °/с превышает 0,1 Гц. При изменении температуры внешней среды на 1 °С резонансная частота резонатора изменяется приблизительно на 0,1 Гц. Сигнал коррекции напряжения возбуждения представляет собой добавочное значение к амплитуде напряжения возбуждения. Он меняется таким образом, чтобы поддерживать постоянное значение амплитуды напряжения в пучности резонатора.

При линейной аппроксимации выходного сигнала ВТГ для каждого значения температуры в отдельности, результирующая ошибка измерения существенно снижается, но её величина остается значительной – более 25°/с при температурах плюс 40°С и плюс 60°С в крайних точках диапазона измерения 2000°/с.

Для уменьшения погрешности ВТГ необходимо применять к его показаниям корректирующие функции. Для этого введем следующие обозначения:

y – угловая скорость вращения ВТГ, °/с;

$y_{изм}$ – результат первичной коррекции выходного сигнала, градус/с;

$y'_{изм}$ – финальный скорректированный выходной сигнал, градус/с;

x – амплитуда сигнала компенсации кориолисовой составляющей;

q – амплитуда сигнала компенсации квадратурной составляющей;

f – резонансная частота резонатора.

Размерность величин x и q произвольная, но пропорциональная реальным значениям амплитуды в вольтах. Это позволяет упростить процесс коррекции показаний с вычислительной точки зрения.

При определении функции коррекции учитывался тот факт, что сигналы подавления квадратурной и кориолисовой составляющих q и x не являются абсолютно независимыми, а являются в какой-то мере смешанными (взаимное влияние). При демодуляции (разделении) сигнала узла на квадратурную и кориолисовую составляющие приходится анализировать сигнал, прошедший через пьезоэлементы, усилители и аналогово-цифровой преобразователь (АЦП). Каждый из этих элементов может вносить зависящий от температуры фазовый сдвиг в сигнал узла. Частично этот фазовый сдвиг может быть учтен, но не с абсолютной точностью. Поэтому выходной сигнал ВТГ необходимо рассматривать как линейную

комбинацию сигналов квадратурной и кориолисовой составляющих сигнала компенсации. K_x , K_q , S – зависящие от температуры коэффициенты.

Данные коэффициенты аппроксимируются полиномами 5-го (максимум) порядка от температуры или резонансной частоты резонатора f . Последнее представляется предпочтительным, так как при использовании показаний термодатчика необходимо добиться того, чтобы он измерял именно температуру чувствительного элемента (резонатора). Учитывая конструктивные особенности термодатчиков и резонаторов, а также временные характеристики выходных сигналов термодатчиков сделать это зачастую невозможно, так как требует существенной доработки конструкции ВТГ.

После введения температурной компенсации частоты контура возбуждения ВТГ получено, что результирующая ошибка практически не превышает значения $8 \text{ } ^\circ/\text{с}$ с учетом полного диапазона измерения в $\pm 2000 \text{ } ^\circ/\text{с}$.

Баранкова Е.О.

Подпись

Погорелов М.Г.

Подпись