

Рисунок 2 – Моделирование зависимости

Список использованных источников

1. ГОСТ 4401 – 81 Атмосфера стандартная[Текст] – Введ. 1982-01-07. - М.: Издательство стандартов, 2004. – 180 с.
2. Савельев И. В. Курс общей физики, том II. Электричество[Текст]/ И. В. Савельев. – М.: Наука, 1970. - 431с.

УДК 621.373.122; 681.518.3

АНАЛИЗ УПРОЩЁННОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛА АВТОДИННОГО ДАТЧИКА ОТ ВИБРИРУЮЩЕЙ ЛОПАТКИ ТУРБИНЫ

К.А. Игнатков

г. Екатеринбург, УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

Автодины являются простейшими приёмопередающими устройствами, функционально представляющими собой лишь совокупность автогенератора и средств выделения автодинного отклика, что делает привлекательным их применение в качестве первичных датчиков перемещений элементов турбоагрегатов в бортовых системах полетной диагностики самолётов. В известных нам работах анализ процесса формирования автодинного отклика при решении данной задачи рассмотрен с позиций «частотного» подхода, используя понятие частоты

Доплера. При этом учёт одновременно поступательного движения лопаток турбины и вибрационного перемещения ротора в данной модели представляется сложным и не всегда корректным.

Цель настоящей работы – предложить «фазовый» подход, который позволяет одновременно учесть не только обе эти составляющие перемещений, но и особенности формирования сигналов, связанные с автодинными изменениями частоты генерации.

В данной работе примем несколько упрощённую модель объекта локации, полагая перемещение лопатки турбоагрегата со скоростью v прямолинейным, а соосные колебания лопатки – гармоническими, с частотой Ω_B . Кроме того, полагаем, что амплитуда Z_m этих вибраций по сравнению с длиной волны λ СВЧ излучения имеет малую величину.

Учитывая преобладание зеркального отражения от локального участка лопатки, примем точечную модель отражателя. При этом учтём также известные особенности формирования автодинного отклика, связанные с автодинными изменением частоты генерации [1].

С учетом принятых выше допущений, выражение для удвоенного текущего расстояния $l(t)$ до отражающей точки на поверхности объекта локации запишем как сумму, в которой первое слагаемое учитывает поступательное движение объекта, второе – вибрационное:

$$l(t) = vt + Z_m \sin[\Omega_B t]. \quad (1)$$

Следующим шагом анализа выполним нормировку членов выражения (1) относительно половины длины волны СВЧ излучения $\lambda/2$. Это позволит выполнить дальнейший анализ в единицах безразмерного времени $t_n = \omega_0 t$ и без привязки к конкретному значению частоты излучения:

$$l_n(t_n) = vt_n / (\lambda / 2) + (Z_m / (\lambda / 2)) \sin[\Omega_B t_n] \quad (2)$$

Далее с учётом (2) и известных соотношений [2] для расчёта автодинов получим выражение для фазовой характеристики $\delta(t_n)$ (ФХА) автодина:

$$\delta(t_n) = 2\pi l_n(t_n) - C_{oc} \sin[\delta(t_n) + \theta], \quad (3)$$

которая записана как зависимость набега фазы δ от величины нормированного времени t_n . Учитывая зависимость значения набега фазы от текущего нормированного времени t_n , мы получаем возможность построить соответствующий график зависимости набега фазы (кривая 1 на рис. 1).

На основании результатов работ [2], с использованием зависимости набега фазы (3) от времени, представлены выражения для частотной

$\chi_n(t_n)$ (ЧХА) и амплитудной $a_n(t_n)$ (АХА) нормированных характеристик автодина и характеристики автодетектирования $i_n(t_n)$ (ХАД):

$$\chi_n(t_n) = \chi(t_n) / \chi_m = -\sin[\delta(t_n) + \theta], \quad (4)$$

$$a_n(t_n) = a_1(t_n) / a_{1m} = \cos[\delta(t_n) - \psi_1], \quad (5)$$

$$i_n(t_n) = i(t_n) / a_{0m} = \cos[\delta(t_n) - \psi_0]. \quad (6)$$

Графики ЧХА и АХА представлены на рис. 1, кривые 2 и 3 соответственно. Для проведения расчетов величина параметра внешней обратной связи C_{oc} принята равной 0,628 [2, с. 38].

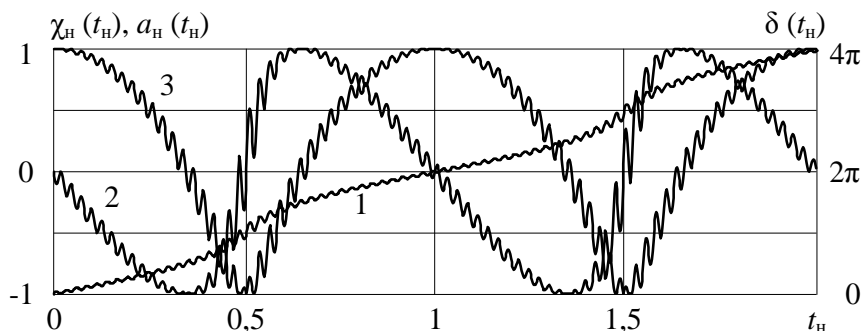


Рисунок 1 – ФХА $\delta(t_n)$, ЧХА $\chi_n(t_n)$, АХА $a_n(t_n)$

Таким образом, показано, что предложенный «фазовый» подход позволяет довольно просто учесть как поступательную, так и вибрационную составляющие перемещения контролируемого элемента турбины, а также внутренние свойства автодинного генератора при анализе особенностей формирования автодинного отклика.

В завершение автор выражает признательность профессору кафедры технологии и средств связи УрФУ Носкову В.Я. за руководство в работе.

Список использованных источников

1. Носков В. Я., Игнатков К. А., Смольский С. М. Зависимость автодинных характеристик от внутренних параметров СВЧ генераторов // Радиотехника. 2012. № 6. С. 24–42.
2. Игнатков К. А. Исследование гибридно-интегральных автодинных модулей миллиметрового диапазона. Диссертация канд. техн. наук. Екатеринбург: УрФУ. 2014. 168 с.