

Основные выводы

Разработаны методы по снижению потерь криогенного продукта при проведении испытаний энергетических установок.

Библиографический список

1. Гельперин И.И., Ильинский А.А., Алмазов О.А., Адугин И.А. Жидкий водород. - М.: Химия. 1980. 228с.

2. Теплопередача при низких температурах / Под ред. У. Фрост, перевод с англ. В.В. Альтова и А.А. Васильева. – М.: Мир. 1977. 392с.

3. Фастовский В.Г., Петровский Ю.В., Ровинский. - М.: Энергия. 1967. 415с.

4. Варгафтик Н.В. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. - М.: Наука. 1972. 720 с.

УДК 62-503.57

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО ФИЛЬТРА НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ В КАНАЛЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ СИЛОВОЙ ТУРБИНЫ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

©2016 Е.В. Чичерова

Акционерное общество «Климов», г. Санкт-Петербург

THE DEVELOPMENT OF AN ADAPTIVE FILTER FOR LOW-FREQUENCY OSCILLATIONS IN THE POWER TURBINE SPEED LOOP OF THE GAS TURBINE ENGINE

Chicherova E.V. (Klimov JSC, St. Petersburg, Russian Federation)

In the article proposes an algorithm of adaptive filtering of the input signal for power turbine speed of the low-frequency oscillations coming from the helicopter rotor system. Filtering is performed by an adaptive notch-filter. The filter reduces the gain at a given oscillation frequency, without changing it for other frequencies, and adaptation algorithm automatically adjusts notch-filter settings for filtering a specific oscillation frequency.

При работе двигателя в составе силовой установки вертолёта в режиме поддержания частоты вращения силовой турбины возможна неустойчивая работа его системы автоматического управления. Как показал анализ данных испытаний одного из двигателей, проведённый с использованием математической модели, их источником может являться трансмиссия и несущая система вертолёта, поскольку спектр её собственных частот содержит крутильные колебания порядка 3.4 Гц, 4.8 Гц и 28.4 Гц.

Колебания частотой 3.4 и 4.8 Гц, поступающие через датчик частоты вращения силовой турбины в электронный регулятор, могут повлиять на устойчивость и качество работы системы управления двигателем. Колебания частотой 28 Гц, близкие к половине тактовой частоты электронного регулятора, могут нарушить его работу.

Одним из способов подавления низкочастотных колебаний является настройка коэффициентов усиления электронного регулятора контура управления частотой вращения

силовой турбины. В этом случае колебания частотой 3.4 Гц практически прекращаются, однако на других частотах они могут сохраниться.

Более эффективным способом обеспечения устойчивого управления двигателем в зоне крутильных колебаний является фильтрация входного сигнала частоты вращения силовой турбины. Фильтрация может быть осуществлена с помощью notch-фильтра (от англ. *notch filter* – фильтр-пробка) – узкополосного заграждающего фильтра, позволяющего уменьшить коэффициент передачи входного сигнала в узком диапазоне выбранных частот, практически не изменяя его на остальных частотах [1-5].

Для фильтрации сигнала в широком диапазоне частот может быть использован алгоритм автоматической подстройки параметров фильтра под текущую частоту колебаний входного сигнала.

Расчёты показали, что применение такого фильтра снижает амплитуду колебаний сигнала частоты вращения силовой турбины

в 2 – 2.5 раз, что существенно повышает устойчивость системы управления авиационного двигателя.

Алгоритм адаптивного фильтра низкочастотных колебаний в канале измерения частоты вращения силовой турбины газотурбинного двигателя используется при разработке программного обеспечения электронных регуляторов двигателей АО «Климов». На указанную разработку получено Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016612705 от 04 марта 2016 года.

Библиографический список

1. Полосно-заграждающий фильтр. [Электронный ресурс] // Википедия – Режим

доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Полосно-заграждающий_фильтр.

2. East W., Lantz B. Notch Filter Design, Aug. 29, 2005. p. 9. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dcc-dev.ligo.org/public/0027/T050162/000/T050162-00.pdf>

3. Chapter 8. Analog filters, p.p. 8.5 – 8.12. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.analog.com/library/analogDialogue/archives/43-09/EDCh%208%20filter.pdf>

4. Крылов А.Н. Лекции о приближённых вычислениях: учеб. пособ. – Изд. 6-е. – М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы. 1954. 401 с.

5. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. В 2-х т. Т. 2. – М.: ГИФМЛ. 1959. 602 с.

УДК 621.9

ЗАВИСИМОСТЬ ШЕРОХОВАТОСТИ И ВОЛНИСТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ОТ ИЗНОСА ИНСТРУМЕНТА

©2016 Л.А. Анипченко, А.И. Кондратьев, К.Е. Железняк

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

THE CORRELATION BETWEEN ROUGHNESS AND WAVINESS OF SURFACE FROM THE WEAR OF THE TOOL

Anipchenko L.A., Kondrat'ev A.I., Zheleznyak K.E. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

The work represents an influence of surface roughness and undulation on the tool degradation.

Поверхность детали после механической обработки не бывает абсолютно гладкой, так как режущий инструмент оставляет на ней следы в форме микронеровностей – выступов и впадин.

Шероховатость поверхности характеризуется величиной микронеровностей реальной поверхности, определяющей её отклонение от идеально гладкой поверхности. Качество поверхности по ГОСТ 2789-73 оценивается шестью параметрами, но мы будем использовать только два из них:

Ra – среднее арифметическое отклонение профиля, т. е. среднее арифметическое значение ординат некоторого количества точек, выбранных на базовой длине;

Rz – высота неровностей профиля по десяти точкам, т. е. сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины.

Одной из важных характеристик детали после механической обработки является волнистость, позволяющая определить точность отклонения детали [1]. Волнистость – периодически возникающие неровности геометрической структуры поверхности, вызываемые непредусмотренными колебаниями или подобными колебаниям относительными движениями в системе машина – инструмент – деталь. Волнистость определяется на вертикальном сечении поверхности, причём шероховатость и отклонение формы не учиты-