

ПРИМЕНЕНИЕ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ АППРОКСИМАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОТОВНОСТИ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ К ИСПЫТАНИЯМ

Котович А.В., Комаров Д.С.
Научный руководитель – доцент Чубарь А.В.
Научный консультант – Колчанов И. П.

Сибирский федеральный университет

Вакуумные испытания используются для обеспечения контроля качества, оценки герметичности, выявления дефектов сварных швов и поверхностей, то есть способствуют увеличению качества изделия.

Автоматизация вакуумных испытаний увеличит точность оценки герметичности, сократит время обработки результатов, что в конечном итоге, сократит время изготовления и увеличит качество изделий.

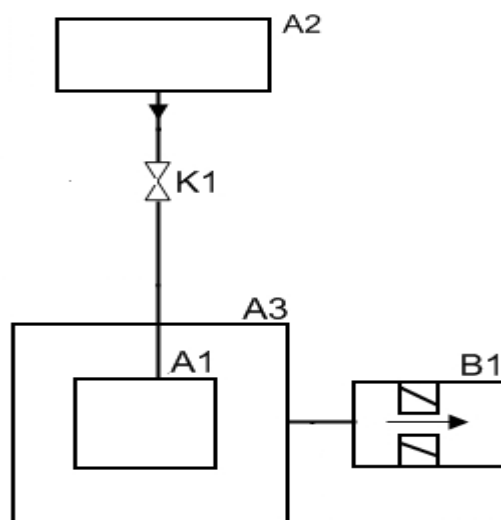


Рис. 1 – Схема принципиальная вакуумных испытаний.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема вакуумных испытаний, которая состоит из: объекта испытаний (А1), гелиевого источника (А2), вакуумной камеры (А3), клапана (К1) и течеискателя (В1).

В вакуумную камеру А3 погружается испытуемый объект А1, из камеры выкачивается воздух, создается вакуум, затем объект А3 через клапан К1 заполняют гелием, из гелиевого источника А2 (заправка). Гелий начинает проходить через оболочку объекта, выявляя дефекты сборки. Течеискатель В1 пропускает через себя часть откачиваемого из камеры газа и анализирует его состав, по количеству гелия он определяет величину течи.

На сегодняшний день время активной эксплуатации космических аппаратов увеличилось, что повлекло за собой ужесточение норм контроля герметичности.

Проблема: ввиду того, что в вакуумной камере есть посторонние гелиевые шумы, понижающие точность измерений, существует проблема получения достоверных данных при проведении испытаний. Существует необходимость оценки шумов и их исключения из результатов испытаний.

Цель: оценить готовность камеры к проведению испытания, выявив установившийся режим шумов.

Для определения установившегося режима шума, необходимо кусочно-линейно аппроксимировать кривую помех, определить угол наклона кривой в каждый период времени. В те моменты времени, когда угол будет стремиться к нулю, и его изменения будут незначительны, кривая помех примет установившееся значение. Исходя из этого можно определить момент времени, наилучший для начала испытаний.

Данный метод будет реализован в системе АСУ ТП вакуумными испытаниями, и будет определять показатели в режиме реального времени, что увеличит адекватность принимаемых решений.

Для определения кусочно-линейной кривой аппроксимации используется метод наименьших квадратов, в котором используется модель первого порядка.

Метод наименьших квадратов относится к классу минимаксных задач, т.е. функция невязки стремиться к минимуму.

Функция невязки – это функция связывающая объект и модель испытаний.

$$\rho = \sum (Y_0 - Y_1)^2$$

где ρ -функция невязки, Y_0 – функция объекта, Y_m – функция модели

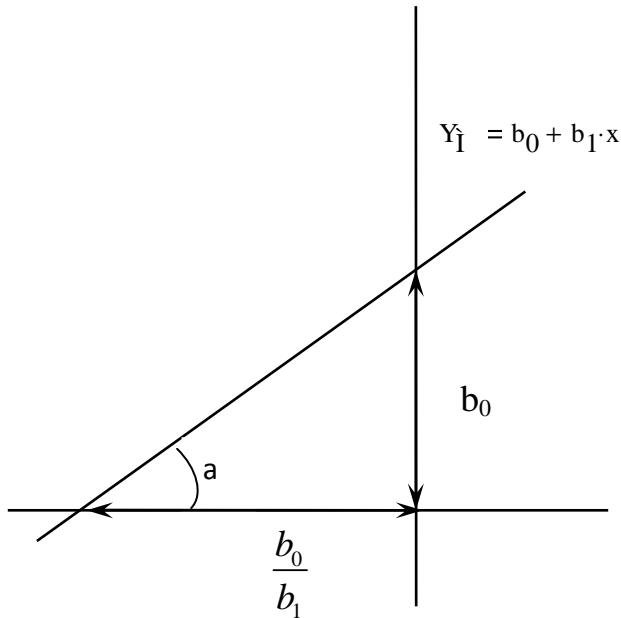
$$Y_1 = b_0 + b_1 \cdot x$$

Где b_0, b_1 – коэффициент

$$\rho \rightarrow \min \begin{cases} \frac{d\rho}{db_0} = 0 \\ \frac{d\rho}{db_1} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} b_1 \sum_{i=1}^m x_i^2 + b_0 \sum_{i=1}^m x_i = \sum_{i=1}^m x_i y_i \\ b_1 \sum_{i=1}^m x_i + b_0 m = \sum_{i=1}^m y_i \end{cases}$$
$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^m y_i - b_1 \sum_{i=1}^m x_i}{m}$$

$$b_1 = \frac{m \sum_{i=1}^m x_i y_i - \sum_{i=1}^m y_i \sum_{i=1}^m x_i}{m \sum_{i=1}^m x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^m x_i \right)^2}$$



$$\tan a = \frac{b_0}{\frac{b_0}{b_1}} = b_1$$

$$a = \arctan b_1$$

На рисунке 2 по оси абсцисс – время в мин. Тонкой линией представлен результат измерений шумов вакуумной камеры, в относительных единицах; пунктирной – результат кусочно-линейной аппроксимации каждые 10 мин.; толстой – наклон кривой аппроксимации в градусах.

Мы видим, что на графике последние 50 мин. измерений кривая наклона аппроксимирующей кривой медленно меняется и близка к нулю, что свидетельствует о том, что уровень шума в камере принял установившееся значение, следовательно камера готова к проведению испытания.

Разработанный алгоритм адекватно работает на практике, и может стать базой для разработки автоматической системы вакуумных испытаний, что исключит человеческий фактор и позволит работать в агрессивной для человека среде и увеличит точность измерений, что приведет к улучшению качества изделий.

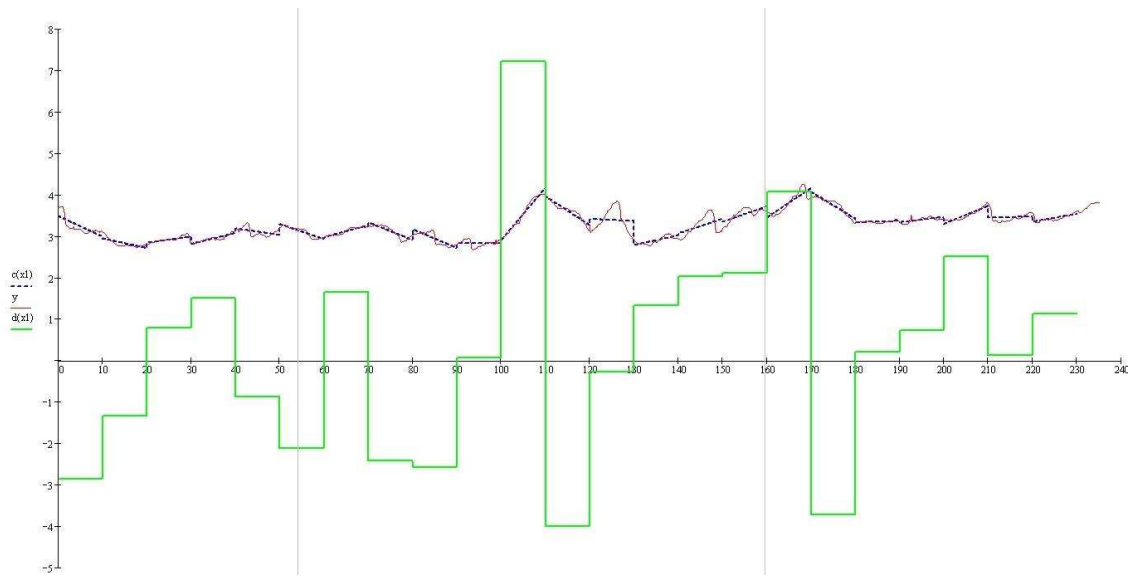


Рис. 2 – Результат работы алгоритма