

УДК 631.053

ОБОСНОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ, СВЯЗЫВАЮЩИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИЛЬФОННОГО ПОДВЕСА ПОПЛАВКА С ТОЧНОСТЬЮ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТЕЙ ЖИДКОСТЕЙ

Д.В. Фалкин

Научный руководитель – д.т.н., профессор Н.Е. Конюхов
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П.Королёва

Измерение плотности жидкости с помощью поплавковых устройств часто оказывается затруднительным. Изменяющаяся плотность вызывает колебания поплавка, которые (вследствие незначительного трения между жидкостью и поплавком) очень медленно затухают и не позволяют с достаточной точностью произвести измерение по шкале плотномера. Таким образом, возникает задача, как можно быстрее «погасить» колебание поплавка и привести его в соответствие равновесия с архимедовой силой. Эта задача решается с помощью сильфонной подвески поплавка.

Рассмотрим уравнение вертикальных колебаний поплавка

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + xA\rho + (C_1 + C_2) \frac{dx}{dt} + C_3 x - P = 0, \quad (1),$$

где x – погружение поплавка в жидкость, m – масса поплавка, A – площадь его поперечного сечения, ρ – плотность жидкости, P – вес поплавка, C_1 и C_2 – коэффициенты, характеризующие вязкие сопротивления жидкости с сильфоном, а C_3 – коэффициент, отражающий упругие свойства сильфонов.

Свойства уравнения (1) достаточно подробно изучены в предположении, что коэффициенты C_1 , C_2 , C_3 – постоянные величины. В то же время установлено, что коэффициент C_3 не является константой, а характеризуется приближенно квадратичной зависимостью от x . Коэффициент вязкого сопротивления сильфона C_2 (который, скорее всего, нелинейно зависит от скорости $\frac{dx}{dt}$) до последнего времени не оценивался. Выполненные предварительные расчеты показывают, что он значительно превосходит C_1 , следовательно, и учет вязкого сопротивления сильфона существенно сокращает время колебания поплавка и повышает точность измерения плотности жидкости.

Таким образом, решение задачи в теоретической части предлагаемой работы состоит в получении выражения для коэффициента C_2 , в зависимости от формы и параметров сильфонов, способа его закрепления к поплавку, а так же уточнения нелинейной зависимости для коэффициента C_3 , связав ее с геометрией сильфонов. Следует отметить, что уравнение (1) исследует лишь вертикальные перемещения поплавка, хотя в действительности он совершает трехмерные движения, что предполагает вывод трехмерных уравнений которые не распадаются на три независимых движения, и исследование этой расширенной модели.

Математически трехмерная модель позволит выбрать оптимальные параметры для рекомендаций по разработке оптоэлектронного преобразователя перемещений поплавка в цифровой код.