

$$|Y_{K2}-Y_{K1}|<\Delta l;$$

$$|Z_{K2}-Z_{K1}|<\Delta l.$$

Скорость выполнения алгоритма совмещения кадров существенно выше, чем алгоритма совмещения подкадров, который выполняется медленно из-за большого количества анализируемых данных.

Определение скорости частицы наталкивается на противоречие – необходимо уменьшать время между кадрами для снижения ошибок совмещения частиц в кадрах и увеличивать это время для повышения точности расчета скорости. Выход из этого положения – рассмотрение четырех кадров, взятых попарно с малым временным расстоянием в парах и существенно большей задержкой (~10 раз) между парами. Здесь используется предположение о прямолинейности движения частицы за время между парами кадров, т.е. в парах рассчитываются вектора скоростей движения частиц и затем с некоторым допуском, обусловленным малым временем наблюдения за частицей (время между кадрами), делается прогноз координат частицы (возможный объем) во второй паре кадров. Этот объем существенно меньше того объема, который используется в алгоритме совмещения кадров, и в нем производится поиск частицы с соответствующим вектором. На основе данных этого совмещения рассчитывается скорость частиц с приемлемой точностью.

Разработанная система способна регистрировать частицы размерами 10-100 мкм, имеющих скорость 0,01-1 м/с. Концентрация частиц в исследуемом объеме может достигать 3-5 тысяч штук. Рабочая дальность системы составляет 2-10 м.

Список использованных источников

1. Волков А.П. Измерение малых концентраций частиц – М.: Энергоатомиздат, 1981.
2. Клименко В.К. Приборы по измерению аэрозолей – М.: Наука, 1982.
3. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике – М.: Изд-во физ. мат. лит-ры, 1963.
4. Электронно-оптические преобразователи и их применение в научных исследованиях / Под ред. Е.К. Завойского, М.: Наука, 1978.
5. Техническое зрение роботов / Под ред. Ю.Г. Якушенкова, М.: Машиностроение, 1990.
6. Арутюнов В.А. Линейные ФПЗС для автоматизации пространственных измерений // Электронная промышленность, 1986, вып. 5, с.16-18.

УДК 621.37/39

КВАРЦЕВЫЕ ВЕСЫ

Богоявленский Н. Л., Черванёв В. Ю.

Проблема загрязнения космического пространства волнует ученых с самого первого запуска космического аппарата. В результате сгорания ракетного топлива образуются частицы различного дисперсного состава,

которые впоследствии осаждаются на поверхность искусственных спутников, космических станций.

Методы измерения концентрации выбросов делят на две группы: методы основанные на предварительном осаждении, и методы без предварительного осаждения пыли.

Основным преимуществом методов первой группы является возможность измерения массовой концентрации пыли. К недостаткам их следует отнести циклический характер измерения, высокую трудоемкость, низкую чувствительность анализа, которая обуславливает длительность пробоотбора до нескольких часов при измерении микро концентраций пыли. Преимуществами методов второй группы являются: возможность непрерывности измерений, высокая чувствительность и практическая безынерционность измерений. Влияние изменений дисперсного состава и других свойств пыли на результат измерения относится к существенным недостаткам методов этой группы.

К методам измерения концентрации выбросов, основанных на предварительном их осаждении, относятся следующие: весовой метод, радиоизотопный метод, пьезоэлектрический метод, метод механических вибраций.

К методам измерения концентрации выбросов, без предварительного осаждения относятся следующие: оптические методы, электрический метод, акустический метод и другие.

Предпочтение отдают методам, основанным на предварительном осаждении выбросов (пыли), поскольку большинство из них позволяют определить массовую концентрацию. Кроме того, эти методы менее чувствительны к изменению свойств пыли.

В данной статье описывается прибор для измерения концентрации выбросов, путем осаждения их на кварцевую пластину. Прибор можно использовать для контроля осаждения выбросов на космический аппарат. Это имеет большое значение, так как в реальных условиях космоса конструкционные материалы космических аппаратов испытывают воздействие факторов космической среды, в результате чего изменяются их оптические характеристики (коэффициенты поглощения, черноты); структура поверхности, что может привести к необратимым последствиям.

Для контроля массы пленок широко используют универсальный частотный метод, отличающийся простотой устройства и эксплуатации преобразователя. В качестве преобразователя в этом методе используется кварцевый элемент, включенный в контур генератора частоты. Принцип действия кварцевого преобразователя основан на зависимости частоты генерируемых сигналов от изменения массы кварцевого элемента в процессе осаждения на его поверхность пыли. С увеличением массы элемента его резонансная частота падает. Для линейного участка зависимости частоты от массы справедливо соотношение:

$$|\Delta f| = f_0 \cdot \frac{\Delta m}{m_0},$$

где m_0 и f_0 - масса и резонансная частота кварцевого преобразователя до осаждения пыли; Δm и Δf - изменение массы и резонансной частоты вследствие осаждения пыли.

Таким образом, имеет место линейная зависимость между изменением частоты генератора и массой осажденной пыли. Чувствительность преобразователя в $\frac{гр}{см^2 \cdot Гц}$:

$$C_f = \frac{m_0}{f_0 \cdot S},$$

где m_0 и f_0 - масса и резонансная частота кварцевого преобразователя до осаждения пыли; S - площадь кварцевого элемента.

Кварцевые весы измеряют массу осаждающейся пыли вследствие наличия собственной внешней атмосферы космических аппаратов (СВА КА), и массу вещества вследствие деградации материала под влиянием факторов космической среды. Для космического применения частота кварцевых весов должна быть стабильна в течении долгого времени, чтобы медленное накопление пыли можно было регистрировать в течении месяцев и даже лет. Чувствительность к температурным изменениям должна быть минимизирована, т. к. космическая система будет входить и выходить из солнечного освещения.

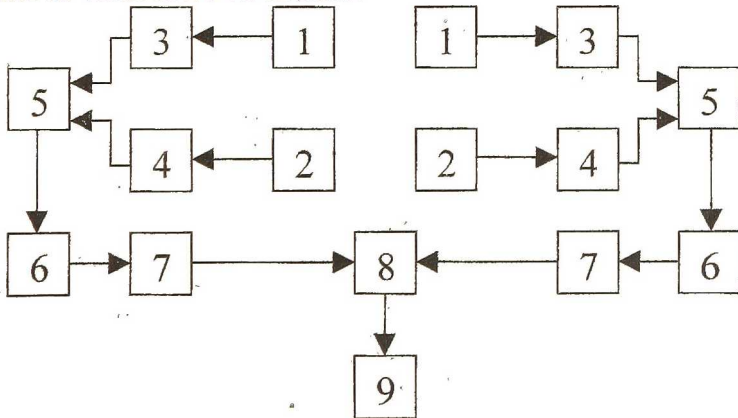


Рисунок 1. Структурная схема кварцевых весов.

Кварцевые весы должны выдерживать вибрации при запуске корабля. Они должны быть простыми, чтобы физически интегрироваться в космическую систему, и должны легко соединяться со стандартными устройст-

вами записи данных. Структурная схема кварцевых весов, удовлетворяющая этим условиям, приведена на рисунке 1.

Для минимизации температурных влияний пара кристаллов с одинаковыми температурными характеристиками, а также с практически одинаковыми частотами установлены на одной основе на малом расстоянии друг от друга, так что они находятся при одной и той же температуре. Регистрирующий кристалл 2 принимает на себя поток пыли, в то время как контрольный кристалл 1 изолирован от окружающей среды. Каждый кристалл имеет свой собственный генератор (генератор регистрирующего кристалла 4 и генератор контрольного кристалла 3). С выходов генераторов сигналы поступают на смеситель 5, на выходе которого образуется разностная частота. Т.к. контрольный кристалл изолирован от окружающей среды, изменение частоты сигнала на выходе смесителя может быть вызвано исключительно изменением массы на регистрирующем кристалле. Частота сигнала со смесителя обычно лежит в килогерцовом диапазоне, ее легче передать, чем частоту кристаллов (10-15 МГц). Применение контрольного кристалла и смесителя минимизирует влияние температурных изменений. Дальнейшая минимизация температурных влияний возможна путем выбора генератора и смесителя, которые имеют также низкочастотные температурные коэффициенты в диапазоне рабочих температур. Разностная частота с выхода смесителя поступает на формирователь импульсов 6, преобразующий синусоидальный сигнал в последовательность импульсов той же частоты следования, затем на частотомер 7. С частотомера информация поступает на блок обработки информации 8, где происходит ее запоминание, преобразование. Передача данных на Землю осуществляется системой телеметрического контроля 9. В схему кварцевых весов включены два идентичных канала измерения один - на измерения массы осаждающейся пыли, второй на измерение массы вещества вследствие деградации материала КА, чувствительная поверхность преобразователя которого направлена к поверхности.

Список использованных источников

1. Крошкин М. Г. Физико-технические основы космических исследований. - М.: Машиностроение, 1969. - 432 с.
2. Ворошилов Г. И. Пыль в атмосфере и околоземном космическом пространстве. - М.: Наука, 1973. - 192 с.
3. Сепанов С. Л., Тимшин В. Т. и др. Космическая среда и условия пребывания в ней летательных аппаратов. КуАИ, 1986.
4. Клименко А. П. Методы и приборы для измерения концентрации пыли. - М.: Наука, 1978. - 205 с.