

Следовательно, теоретическое и экспериментальное исследование показали, что применяемое для измерения АКУ более простое по сравнению с двухканальными автокомпенсационными схемами.

Система позволяет производить измерения в полярной системе координат — углов Эйлера Θ и Φ , в прямоугольной системе — углов Резаля α и β , а также зафиксировать траекторию движения объекта в пространстве.

Для снижения погрешностей АКУ необходимо повысить коэффициент усиления. При этом его увеличение не нарушает устойчивой работы системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куликовский Л. Ф., Карпов Е. М., Артемьев Э. А., Громов А. Н. «Система для передачи пространственных углов», авторское свидетельство № 210925, «Бюллетень изобретений», № 25, 1968.

2. Завьялов В. Г., Карпов Е. М., Куликовский Л. Ф. «Автоматический полярно-координатный компенсатор переменного тока», авторское свидетельство № 282523, «Бюллетень изобретений», № 30, 1970.

3. Завьялов В. Г., Карпов Е. М. Автоматический полярно-координатный компенсатор с двухступенным исполнительным устройством. «Радиоэлектроника в народном хозяйстве», г. Куйбышев, 1970.

4. Красовский А. А. О двухканальных системах автоматического регулирования с антисимметричными связями. Ант. Т. XVIII, № 2, 1957.

5. Неймарк Ю. И. Устойчивость линеаризованных систем. ЛКВИА. 1949.

М. А. Евдокимов, Е. М. Карпов

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕКТОРА СКОРОСТИ ГАЗОВОГО ПОТОКА

В настоящее время все большую актуальность приобретают работы, посвященные исследованиям поля скоростей потоков газов и жидкостей.

В большинстве случаев в качестве первичных используются термоанемометрические измерительные преобразователи скорости потока в электрический сигнал. Они имеют малые габариты и обладают хорошими динамическими характеристиками [1]. Некоторые зарубежные фирмы освоили серийный выпуск нормализованных термоанемометрических первичных преобразователей и разнообразной аппаратуры к ним, предназначенных для определения как скалярных, так и векторных характеристик скоростей потоков газов и жидкостей [2]. Однако термоанемометры имеют весьма существенный недостаток — значительную температурную погрешность, и это ограничивает области их использования. Поэтому при разработке системы для определения вектора скорости потока газа, температура которого может меняться в широких пределах от термоанемометрических

измерительных преобразователей пришлось отказаться, и был использован разработанный в Куйбышевском политехническом институте электромеханический бесконтактный измерительный преобразователь вектора скорости газового потока в электрический сигнал [3].

Его выходной сигнал описывается выражением

$$e_{\text{дср}} = U_{\text{дм}} [\sin 2\Theta + mU(\Theta, \Omega t)] \sin(\omega t + \varphi), \quad (1)$$

где $\Theta = \Theta_{\text{п}}$, $\varphi = \varphi_{\text{п}}$, $\Omega = \Omega_{\text{д}}$.

$\Omega_{\text{д}}$ — угловая скорость вращения крыльчатого анемометра;

$\Theta_{\text{п}}$ и $\varphi_{\text{п}}$ — углы, характеризующие направление вектора скорости потока (рис. 1).

Измерив среднее значение амплитуды этого сигнала $e_{\text{дср}} = U_{\text{дм}} \sin 2\Theta$, получим сигнал, несущий информацию о величине угла Θ .

Измерение начальной фазы φ позволяет получить информацию о величине угла $\varphi_{\text{п}}$, а частота огибающей амплитудно-модулированного сигнала (1) несет информацию о величине модуля вектора скорости потока $|\bar{V}_{\text{п}}|$. Для измерения $e_{\text{дср}}$ необходимо устранить амплитудную модуляцию или осреднить сигнал (1). Это преобразование можно провести на переменном токе методом пассивной фильтрации, но такое решение будет очень сложным, так как частоты боковых спектральных составляющих сигнала (1) $\omega + \Omega$ и $\omega - \Omega$ лежат весьма близко к основной (несущей) частоте ω . Поэтому были применены специально разработанные активные фильтры с весьма высокой добротностью и узкой полосой пропускания, которая составляет единицы герц при частоте несущей в сотни килогерц.

Сигнал на выходе активного фильтра

$$U_i = k_{\text{ф}} U_{\text{дм}} \sin 2\Theta \sin(\omega t + \varphi), \quad (2)$$

где $k_{\text{ф}}$ — коэффициент передачи фильтра.

Таким образом, при частотах огибающей 1 и более герц, что соответствует скоростям потока 0,5 м/сек и более напряжение на выходе активного фильтра не содержит боковых спектральных составляющих, и, следовательно, амплитудная модуляция полезного сигнала отсутствует.

Такая обработка сигнала предполагает, что информация о модуле вектора скорости $|\bar{V}_{\text{п}}|$ будет получена до того, как сигнал будет обработан с помощью фильтра. Для получения информации об угле $\varphi_{\text{п}}$ применен цифровой фазометр, который выдает значение угла $\varphi_{\text{п}}$ в цифровой форме в угловых градусах.

При измерении угла Θ осуществляется функциональное преобразование $\frac{1}{2} \arcsin k_{\text{ф}} U_{\text{дм}} \sin 2\Theta$. Для этого применен аналого-цифровой функциональный преобразователь число-импульсного типа. В результате на выходе этого устройства будет получено значение $\Theta_{\text{п}}$, выраженное в цифровой форме в угловых градусах.

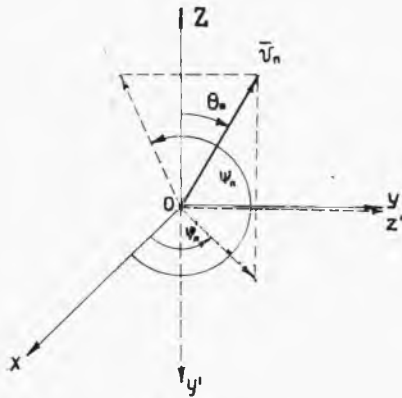


Рис. 1.

Анализ выражения для $e_{дср}$ показывает, что эта величина принимает одинаковые значения при углах Θ равных Θ_0 ; $90^\circ - \Theta_0$; $180^\circ + \Theta_0$ и т. д. Это связано с бесконтактной конструкцией датчика.

Для устранения неоднозначности отсчета угла Θ в пределах от 0° до 90° можно принять способ изменения электрической системы координат преобразователя, т. е. такое переключение обмоток датчика (или его механический поворот), при котором система координат, с ним связанная, поворачивается относительно

исходной и занимает новое положение — $oxy'z'$ (рис. 1). Произведя измерение угла ψ (эквивалент углу φ в системе координат $oxyz$) и воспользовавшись соотношением [4] $\text{tg}\psi = \text{tg}\Theta \cdot \sin\varphi$, можно получить дополнительную информацию об угле Θ .

$$\begin{aligned} \text{При } \text{tg}\psi > \sin\varphi \quad \Theta > 45^\circ; \\ \text{tg}\psi < \sin\varphi \quad \Theta < 45^\circ. \end{aligned} \quad (3)$$

Устройство, расширяющее пределы измерения угла Θ , работает по вышеприведенному алгоритму и дает информацию о превышении углом Θ 45 градусов. На функциональной схеме всей системы (рис. 2) оно обозначено цифрой 5.

Первичные измерительные преобразователи D_0, D_1, \dots, D_9 расположены в исследуемых точках потока и поочередно подключаются к измерительной системе с помощью коммутатора K , управляемого программным устройством ПУ. Из сигнала e_d выделяется информация о $|\overline{U_{п}}|$ с помощью блока 1, представляющего собой цифровой частотомер, работающий с соответствующим масштабированием. После прохождения через фильтр 2 сигнал поступает на блок 3 для измерения $\Theta_{п}$ и блок 4 для измерения $\varphi_{п}$. В состав системы входит также блок питания датчиков 6. Результаты измерения, состоящие из номера преобразователя, подключенного ко входу системы в данный момент времени, величин $\Theta_{п}$, $\varphi_{п}$, $|\overline{U_{п}}|$ и информации о превышении углом величины

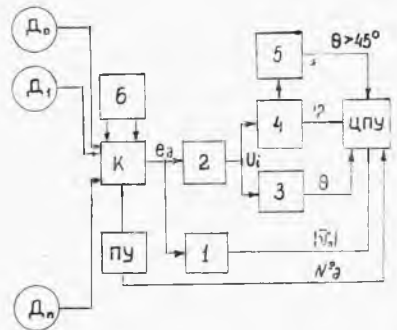


Рис. 2.

45° регистрируются цифроречатающим устройством ЦПУ. Время опроса каждого датчика постоянно, и поэтому можно получать и временные характеристики исследуемого процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хицце И. О. Турбулентность. Ее механизм и теория. Физматгиз, М., 1962.
2. Disa. Scientific research equipment. Complete catalog. June 1970.
3. Карпов Е. М., Меркулов К. Г., Евдокимов М. А. Устройство для измерения вектора скорости воздушного потока. Авт. свид. № 301617 01 р 5/00.
4. Степанов Н. Н. Сферическая тригонометрия. Л.-М., Техтеоретиздат, 1948.

В. К. Мовчан

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ОЦЕНОК СЛУЖЕБНЫХ ПАРАМЕТРОВ (ЧАСТОТЫ И ФАЗЫ) СИГНАЛА, ПРОШЕДШЕГО МНОГОЛУЧЕВОЙ КАНАЛ СВЯЗИ

Повышение быстродействия систем последовательной передачи информации с фазовой манипуляцией приводит к укорочению информационных посылок. С укорочением фазоманипулированных посылок при связи в многолучевых каналах существенно возрастают их искажения по амплитуде и по фазе, значительно ухудшая помехоустойчивость системы передачи информации. Периодическая передача испытательного импульса с защитными промежутками для изучения реакции канала на элементарную посылку [1] позволяет путем коррекции формы элементарных посылок устранить вредное действие многолучевости, резко повысить помехоустойчивость системы связи с последовательной передачей информации и сделать ее выше, чем в системах параллельной передачи информации [2]. Искажения фазы информационных посылок из-за внутри- и межсимвольной интерференции вследствие многолучевости таковы, что, например, в бинарной системе сигналы на приеме имеют значительно большее число вариантов фаз, чем два, причем эти варианты могут отличаться друг от друга на любой угол. Это обстоятельство не позволяет использовать для выделения когерентных колебаний (синхронизации по высокой частоте) классические устройства снятия фазовой манипуляции, основанные на умножении частоты принимаемого сигнала или разностной частоты (в схеме Костаса [3]). Однако наличие периодически передаваемого испытательного импульса с защитными промежутками позволяет осуществить синхронизацию по высокой частоте иными