

1992, с. 44-47.

4. Амброжевич А. В. Численный метод реализации плоской модели течения среды в решетке лопаточной машины. - В кн.: Энерг. машиностроение. - Харьков, 1988, вып. 46, с. 93-99.
5. Амброжевич А. В. Численная реализация двумерной модели нестационарного течения в радиально-осевой лопаточной машине. - В кн.: ИВУЗ. Авиационная техника. N 3, -Казань, 1992, с. 33-37.
6. Мунштуков Д. А., Амброжевич А. В. Одномерная модель газодинамического процесса в камере сгорания периодического действия. В кн.: Газовая динамика двигателей и их элементов. - Харьков, 1987, с. 106-115.
7. Седов Л. И. Методы подобия и размерности в механике. - М.: Наука, 1977, -440с.
8. Двигатели внутреннего сгорания. Под ред. Орлина А. С., Круглова М. Г. М.: "Машиностроение", 1983, -375с.
9. Richardson I. S., Art D. W., Blair G. P. A Computer Model of a Pulsejet Engine. -SAE Techn. Pap., Ser. N 820953, -1982, -28p.

УДК. 621.438

А.Н. БУТЕНКО, Ю.И. ДЫШЛЕВОЙ, Е.М. КРАВЦОВ, В.Н. КУЛЕШОВ,
АНАНЬЕВ В.Г., Е.С. ЧИСТЯКОВ

ИЗМЕРЕНИЕ ГАЗСОДЕРЖАНИЯ В МАСЛОСИСТЕМАХ ГТУ

Одной из важнейших систем, определяющих нормальное и надежное функционирование авиационного ГТД на всех режимах его работы, является маслосистема двигателя. При форсировании двигателя по параметрам термодинамического цикла в маслосистеме протекает масляно-воздушная смесь, объемное газосодержание которой может меняться от 0 до 1. В таких газожидкостных средах скорость звука намного ниже скорости звука в каждой из отдельных фаз 1. Поэтому

на каких-то режимах работы двигателя возможно заклинивание течения, ограничивающее расход масла через систему.

Эти обстоятельства обуславливают актуальность разработок методов и аппаратуры для измерения газосодержания в тракте масло-систем ГТУ при испытаниях их и доводке.

В настоящее время разработано много методов измерения газосодержания в жидкостях, среди которых наибольшее распространение получили акустические, оптические, электрические /2 - 8/ .

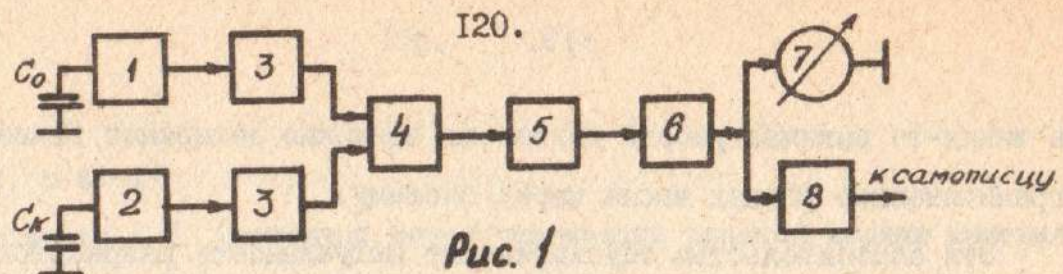
В данной работе описывается разработанный в Харьковском авиационном институте измерительный комплекс для определения газосодержания α в маслосистеме от 10^{-4} до 1.

Комплекс включает в себя емкостной измеритель газосодержания с диапазоном измерения $\alpha = 10^{-2} \dots 1$ и ультразвуковой измеритель газосодержания с диапазоном измерения α от 10^{-4} до 0,08.

Емкостной измеритель состоит из электронного блока, обеспечивающего измерение информативного параметра $A = f(\alpha)$ и набора емкостных датчиков для измерения газосодержания при пузырьковом или капельном режимах течения. Для пузырькового режима течения ($\alpha = 10^{-2} \dots 0,4$) датчик конструктивно выполнен в виде двух конденсаторов: измерительного C_0 , через который пропускается двухфазный поток, и компенсационного C_k , заполненного только рабочей жидкостью при температуре потока и предназначенного для компенсации температурной погрешности измерения.

Для измерения газосодержания в диапазоне $\alpha = 0,4 \dots 1,0$ датчик содержит только измерительный конденсатор C_0 . В качестве информативного параметра у емкостного измерителя газосодержания использована разность $\Delta \varphi = F(\alpha)$ частот двух генераторов, частотовадающими элементами которых являются соответственно емкости измерительного C_0 и компенсационного C_k конденсаторов емкостного датчика.

Блок-схема емкостного измерителя газосодержания приведена на рис. 1.



Генераторы 1 и 2 вырабатывают прямоугольные импульсы в виде меандров с частотами, определяемыми емкостями измерительного C_0 и компенсационного C_k конденсаторов. Эти импульсы после усиления по току в буферных каскадах 3 поступают на схему 4 вычитания частот. Прямоугольные импульсы разностной частоты Δf разной длительности с выхода схемы 4 нормируются по амплитуде и длительности блоком 5, детектируются детектором 6, после чего сигнал в аналоговом виде измеряется стрелочным индикатором 7. В измерителе предусмотрена также запись информации на выносном самопишущем регистраторе с помощью блока 8.

Газосодержание в исследуемой среде определяется по градуировочной кривой $\alpha = \varphi(\Delta f)$, которая предварительно снимается по специально разработанной методике.

На рис. 2 приведен образец конструкции емкостного датчика, содержащего только измерительный конденсатор C_0 .

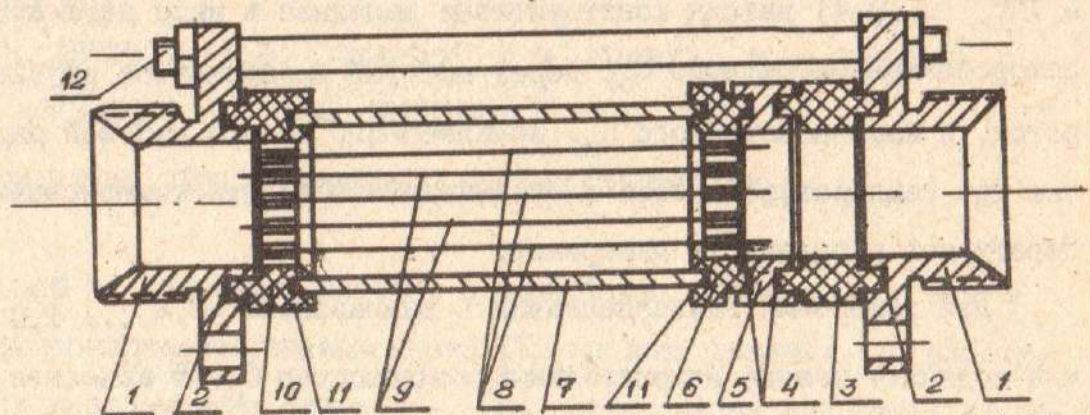


Рис. 2

Конденсатор образован отрезком трубопровода 7 и плоскопараллельными пластинами 8 и 9. Трубопровод 7 и пластины 9 образуют один электрод конденсатора, пластины 8 - другой. При этом между-

электродное электрическое поле полностью охватывает внутреннюю полость датчика и тем самым реагирует на газосодержание α потока, независимо от режима его течения.

Пластины 8 и 9 из нержавеющей стали припаиваются соответственно к контактному кольцу 5 и фланцу I. Плоскопараллельность пластин обеспечивается жесткостью пластин и направляющими пазами в изоляционных вставках 6 и 10, выполненных из высокотемпературного стеклотекстолита типа СТЭФ-I. Вставка 3 обеспечивает электрическую изоляцию контактного кольца 5 от фланца I. Фторопластовые кольца 2, 4, II обеспечивают герметичность конструкции при давлении до $(6-7) 10^5$ Па. Жесткость и герметичность конструкции датчика обеспечивается шпильками 12.

Относительная погрешность измерения газосодержания емкостным измерителем не превышает $\pm 8\%$

Для измерения малых концентраций газосодержания ($\alpha = 10^{-4} \dots 0,08$) разработан ультразвуковой метод использующий зависимость ^{затухания} звуковой энергии в потоке от объемной концентрации дисперсного воздуха.

Метод предполагает прозвучивание потока акустическими колебаниями с фиксированными частотой и амплитудой колебаний и использование градуировочной кривой. В соответствии с принципом измерения разработан прибор, состоящий из электронного блока, обеспечивающего генерирование, прием и преобразование электрических колебаний, и акустических датчиков, обеспечивающих излучение в исследуемый поток и последующий прием и преобразование ультразвуковых колебаний.

Блок-схема ультразвукового измерителя газосодержания показана на рис. 3.

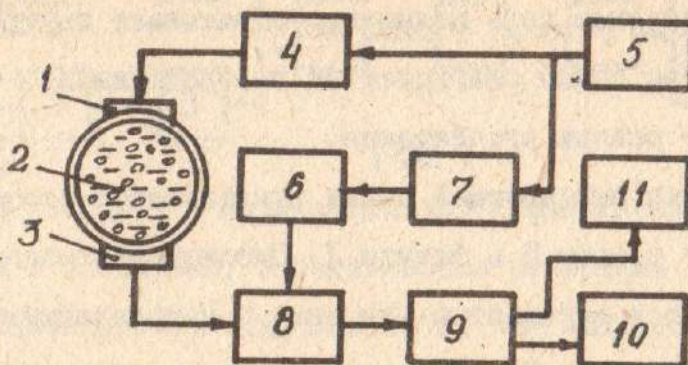


Рис. 3.

Генератор синхроимпульсов 5 вырабатывает прямоугольные видеоимпульсы, которыми запускаются генератор 4 высокочастотных колебаний и блок 7 задержки. Генератор генерирует радиоимпульс фиксированной амплитуды, подводимой к излучателю 1, который преобразует радиоимпульс в зондирующий импульс ультразвуковых колебаний. Этот импульс излучается в исследуемый поток 2, принимается гидрофоном 3.

Принятые радиоимпульсы с гидрофона подводятся к усилителю высокой частоты 8. В исходном состоянии усилитель заперт. На второй вход усилителя от формирователя 6 стробирующего импульса подается импульс, отпирающий усилитель. После детектирования и усиления блока 9 принятый сигнал регистрируется стрелочным индикатором и самопишущим регистратором. По показаниям этих приборов и градуировочной кривой определяется газосодержание в потоке. Для снятия градуировочной кривой разработана и изготовлена моделирующая гидродинамическая установка замкнутого типа, которая позволяет создавать поток жидкости с известным газосодержанием.

Прозвучивание потока осуществляется с помощью двух одинаковых акустических датчиков, один из которых используется в качестве излучателя, а другой — в качестве гидрофона. Для установки датчиков в стенке трубопровода высверливаются 2 соосных отверстия и сосно с ними привариваются два штуцера, которые и устанавливаются

датчики.

Относительная погрешность измерения газосодержания ультразвуковым измерителем не превышает + 10%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нигматулин Р.И. Основы механики гетерогенных сред. - М.: Наука, 1978 336с.
2. Мельников В.И. Ультразвуковые методы измерений в парожидкостных средах. Труды Первой Российской национальной конференции по теплообмену том. 6 - Изд-во МЭИ, 1994 с. 136-141.
3. Зимин Э.П., Круерский А.М., Масленников В.В. и др. Лазерный дисперсионный анализ двухфазных потоков при исследованиях и разработках МГД-генераторов // Восьмая международная конференция по МГД - по преобразованию энергии: Сб. научн. тр. т. 3, - М.: 1980 - с. 162-165.
4. А.С. 851243 СССР Способ измерения концентрации веществ. / Волченко А.Г., Кричевский Е.С. и Горбенко В.М. // Бюл. изобр. 1981, № 28.
5. Гаврилов Л.В. Содержание свободного газа в жидкостях и методы его измерения. В кн. "Физические основы ультразвуковой технологии" под ред. Л.Д. Розенберга, - М.: Наука, 1970. -687с.
6. Потехин Ю.Г., Чистяков Е.С., Акустический метод экспресс-анализа концентрации свободного газа в жидкостях // Акустический ж., 1978, XXIV, II, с. 243-248.
7. А.с. 657332 Устройство для измерения концентрации газовой фазы в двухфазных средах /Бутенко Н.А. и Чистяков Е.С. // Бюл. изобрет. 1979, № 14.
8. А.с. 657335 Устройство для измерения концентрации газовой фазы в двухфазных средах /Бутенко А.Н., Чистяков Е.С. // Бюл. изобрет., 1979, № 14.