

ресурса ГТУ. Однако при такой модернизации необходимо учитывать негативное влияние ПС на общее вибросостояние агрегата, связанное с самим принципом работы подобных опор, которые могут стать причиной стойких автоколебаний вала на масляной пленке. После получения всех результатов расчетов следует выбрать вариант с минимальным количеством колодок и коэффициентом передачи усилий при прочих равных условиях.

Для третьего варианта – применения электромагнитных подшипников (ЭМП) в качестве опор СТ – характерен наибольший технический риск и вместе с тем максимальная эксплуатационная экономичность. Применение ЭМП является, по нашему мнению, предпочтительным вариантом при новом проектировании. Этот вывод основывается на установившейся в последнее время тенденции применения подобного типа опор в опорах компрессоров природного газа. Ре-

шение комплекса задач по внедрению ЭМП в опору теплонапряженного турбоагрегата, позволит создать законченное устройство которое можно сопрягать с различного типа КАГТД или иным типом ГТУ. Показано, что не все резервы уменьшения габаритов ЭМП еще исчерпаны и введением уточненных методик расчета можно снизить требования по объему опор для вписания комплекта ЭМП в СТ. Предложенные методики и представленные расчеты показывают, что обеспечение требуемого теплового состояния электромагнитных подшипников, а также системы электропитания и управления, задача решаемая без чрезмерных усилий и затрат. Нарботка эскизных проектов разработанных в некоторых ведущих конструкторских бюро газотурбинной техники показала принципиальную готовность творческих коллективов к такой задаче.

УДК 681.586.35

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПУЛЬСАЦИЙ ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ НА МЕРНОЙ ДИАФРАГМЕ ПО ПОКАЗАНИЯМ ДАТЧИКОВ РАСХОДОМЕРА

Гимадиев А.Г., Игонин А.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет

RESTORATION OF PRESSURE WAVEFORM, GENERATED ON AN ORIFICE PLATE, USING PRESSURE SENSORS' SIGNAL

Gimadiev A.G., Igonin A.A. The method of restoration of differential pressure and flow waveforms in an orifice plate flowmeter's gas measurement circuits is described. Method can be applied in case of admissibility of denoted assumptions.

В процессе измерения расхода пульсирующего потока газ методом стандартных диафрагм возникает необходимость в учете погрешности, обусловленной пульсациями давления [1]. Это возможно, если измерять дополнительно пульсации перепада давления на диафрагме, что влечет за собой дополнительные затраты на приборы и дополнительные врезки в газопроводы или воспользоваться методом обратного пересчета показаний датчиков расходомера. Второй метод является на наш взгляд предпочтительным, однако отсутствие методик пересчета пока-

заний датчиков с учетом характеристик акустических измерительных каналов дифференциальной схемы сдерживает его применение.

В докладе предлагается методика численного восстановления формы пульсаций давления на входе и выходе мерной диафрагмы по измеренным датчиками расходомера значениям давления и перепада давления. В основу методики заложена математическая модель газовой измерительной цепи, разработанная в работе [2]. При построении

математической модели измерительной цепи (рис. 1) приняты следующие допущения:

- нелинейные свойства измерительной цепи проявляются только на мерной диафрагме;
- движение газа в импульсных трубках рассматривается согласно ламинарной модели с учетом нестационарности;
- математическая модель разделительной мембраны преобразователя перепада давления рассматривается как акустическая упругость с учетом эквивалентной массы мембраны и вязкого трения рабочей среды;
- модули входных акустических импедансов газовой измерительной цепи существенно больше модулей импедансов газовой магистрали;
- участки трубопровода в местах входа и выхода мерной диафрагмы рассматриваются, как независимые источники пульсаций давления.

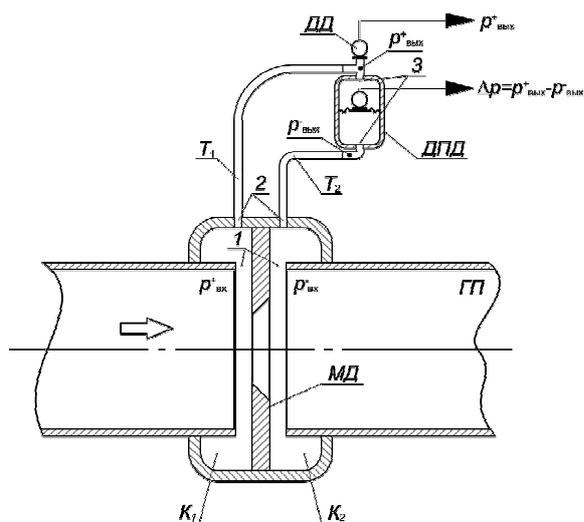


Рис. 1 - Схема измерительной цепи диафрагменного расходомера: ГП – газопровод; МД – мерная диафрагма; ДД – датчик давления; ДПД – датчик перепада давления; K_1, K_2 – кольцевые полости угловых отборов; Π_1, Π_2 – полости измерителя перепада давления; T_1, T_2 – импульсные трубки; 1,2,3- контрольные сечения измерительной цепи.

Изменение давления во времени представлено в виде суммы постоянной составляющей давления и нескольких основных гармоник. Согласно разработанной методике вычисления производятся над комплексными амплитудами давлений и расходов в характерных сечениях измерительной цепи. Определение пульсаций давления на входе в мерную диафрагму и на его выходе по показаниям датчиков в конце измерительной це-

пи производятся для каждой гармонической составляющей в отдельности, а затем производят суммирование этих составляющих. Методика состоит из пяти этапов:

1. Условное разделение газовой измерительной цепи диафрагменного расходомера на три участка: импульсная трубка T_1 с камерой углового отбора K_1 ; полости измерителя перепада давления Π_1 и Π_2 с мембраной между ними; импульсная трубка T_2 с камерой углового отбора K_2 .

Выделенные части измерительной цепи представляются в виде четырехполюсников, коэффициенты матрицы которых определяют по математическим моделям ее элементов с учетом принятых выше допущений.

2. Нахождение входных импедансов четырехполюсников во всех контрольных сечениях измерительной цепи расходомера относительно каждого из двух источников давления (на входе в мерную диафрагму и на ее выходе – см. рис.1) способом, описанным в [2].

3. Определение выражений для составляющих комплексного перепада давления на входе измерителя перепада давления расходомера относительно каждого из двух источников давления (на входе в мерную диафрагму и на ее выходе) из решения системы линейных уравнений, описывающих колебания давления и расхода газа в измерительной цепи.

4. На основе математической модели из предыдущего пункта определение выражений для нахождения составляющих комплексного перепада давления на входе в мерную диафрагму и на ее выходе путем обратного пересчета показаний датчиков расходомера.

5. Суммирование комплексных амплитуд колебаний перепада давления на мерной диафрагме, найденных в предыдущем пункте.

При реализации пункта 4 методики используются результаты измерений датчиков расходомера. Для использования предлагаемой методики необходимо иметь кроме того все геометрические и режимные параметры газовой измерительной цепи расходомера.

Полученные в результате такого пересчета данные по пульсациям перепада давления на мерной диафрагме могут использо-

ваться при уточнении реального расхода газа по методике, приведенной в работе [1]. Следует отметить, что предлагаемый метод имеет и ограничения, например по длине подводящих каналов измерительной цепи. При длинах более 15...20 м сигнал с датчиков расходомера, может оказаться слишком слабым, тогда будет возрастать погрешность предлагаемой методики восстановления пульсаций перепада давления на мерной диафрагме.

УДК 681.586.35

КОРРЕКЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Игонин А.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет

CORRECTION OF DIFFERENTIAL GAS MEASUREMENT CIRCUITS' DYNAMIC PERFORMANCE

Igonin A.A. The problem of reliability of dynamic measurement in hydraulic and pneumatic systems with gas measurement circuits is described. The solution of this problem, that includes mechanical and computing methods is suggested.

Важной задачей, возникающей в процессе разработки, испытаний и эксплуатации гидропневмосистем энергетических и технологических установок, является измерение разности давлений рабочей среды между двумя точками, например при измерении расхода газа методом перепада давления на мерной диафрагме. Точность измерений перепада давления зависит от многих факторов, которые могут определяться конструктивными особенностями измерительного прибора и импульсных магистралей дифференциальной схемы, параметрами рабочей среды, такими, как температура, скорость потока, наличием пульсаций измеряемого параметра. Типичным примером газоизмерительной цепи дифференциальной схемы является магистраль диафрагменного расходомера, широко применяемых при испытании авиационных двигателей и других энергетических установок. Погрешность измерения расхода диафрагменным расходомером в значительной мере зависит от пульсаций давления измеряемого потока. Пульсации давления обусловлены неравномерностью

Библиографический список

1. ISO/NC 3313: 1992(E) Measurement of pulsating fluid flow in a pipe by means of orifice plates, nozzles or Venturi tubes.
2. Шорин, В.П. Гидравлические и газовые цепи передачи информации / В.П. Шорин, А.Г. Гимадиев, Н.Д. Быстров – М.: Машиностроение, 2000. – 328 с.

подачи нагнетателей, неустойчивостью агрегатов, срывными явлениями. Погрешность диафрагменного расходомера по причине пульсаций может достигать 0,5...3,5 %.

Для снижения погрешности газоизмерительных цепей дифференциальной схемы, причем не только цепей диафрагменного расходомера, предлагается, используя математическую модель газовой измерительной цепи в виде соединений акустических четырехполюсников [1], восстановить форму сигнала, искаженного измерительной цепью (рисунок 1). Алгоритм восстановления формы пульсаций приведен в [2].

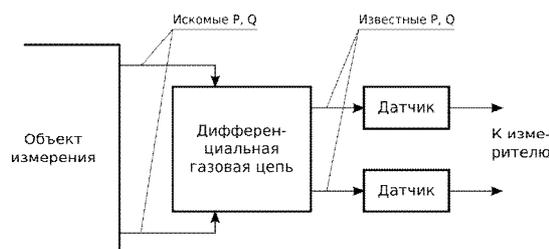


Рис. 2: Искомые и известные величины при коррекции динамических характеристик дифференциальных газоизмерительных цепей