

О ВРЕМЕНИ ЗАПАЗДЫВАНИЯ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ НА МОДЕЛЯХ В ПОТОКЕ РАЗРЕЖЕННОГО ГАЗА

П. Н. АВЕРЬЯНОВ, Ф. С. ВОРОНИН, Д. М. ОМЕЛЬЧЕНКО, Н. А. РАМЗАЕВА

(Москва)

Экспериментально исследовано время запаздывания системы для измерения распределения давления на моделях, испытываемых в аэродинамических трубах малой плотности.

В результате анализа экспериментальных данных получена эмпирическая формула, которая рекомендуется для практического использования при давлении $10^{-1} \div 10^3$ н/м².

Применение дренажных систем для измерения распределения давления на моделях, обтекаемых потоком разреженного газа [1], вызвало необходимость решения ряда практически важных задач, связанных с повышением точности измерения давления теми или иными датчиками, удаленными от дренажной точки. В частности, одной из таких задач является определение времени запаздывания системы в зависимости от ее геометрических размеров и диапазона измеряемого давления.

В работе [2] было определено время запаздывания и перепад давления на концах измерительной магистрали за счет газоотделения с внутренних поверхностей системы для условий свободномолекулярного течения. В переходной области (от сплошной среды к свободномолекулярному течению) получить такие данные теоретическим путем в настоящее время не представляется возможным.

Ниже приводятся некоторые результаты экспериментального исследования времени запаздывания системы измерения давления для дренажных испытаний в изотермических условиях при давлении $p = 10^{-1} \div 10^3$ н/м². При этом элементы системы имели следующие геометрические характеристики:

- а) медные соединительные трубки длиной 30, 50 и 80 см;
- б) внутренний диаметр соединительных трубок — 0,1, 0,2 и 0,3 см.

В качестве датчиков давления использовались манометрические преобразователи типов ЛТ-2 и МТ-6 с измерительными блоками ВТ-2А и ВСБ-1 соответственно.

На фиг. 1 показана схема вакуумной установки, на которой проводились эксперименты. Предварительное разрежение создавалось механическим насосом ВН-461 I, а высокий вакуум — вакуумным агрегатом ВА-05-4 2. К боковому фланцу вакуумного агрегата подсоединен стеклянный коллектор 3. На коллектор припаивались исследуемые измерительные системы, состоявшие из шайбы 4, в которой просверлено отверстие, имитирующее приемное отверстие на модели, соединительной медной трубки 5 и преобразователя давления 6 с соответствующим вакуумметром 7. В качестве натекателя использовался порционный кран 8. Осушка газа осуществлялась при помощи азотной ловушки 9. Перед экспериментами все манометрические преобразователи подвергались индивидуальной градуировке по набору компрессионных манометров [3].

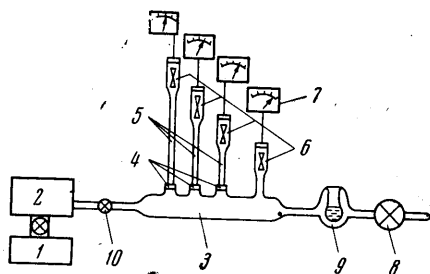
Эксперименты проводились в статическом режиме, т. е. без откачки, при установленном давлении в коллекторе. Выбор статического режима обусловлен тем обстоятельством, что тепловые манометрические преобразователи, в отличие от новизационных, обладающих откачивающим действием, практически не изменяют с течением времени давления в системе.

Система считалась подготовленной к проведению эксперимента, если изменение предельного давления (не хуже 0,1 н/м²) в коллекторе в течение двух часов не превышало 15%.

Исследовались одновременно измерительные трубки одного диаметра, но различных длин (30, 50 и 80 см). При этом диаметр приемного отверстия был равен внутреннему диаметру соединительной трубки.

В зависимости от диапазона давления, в котором проводился эксперимент, выбирался соответствующий тип манометрического преобразователя (ЛТ-2 или МТ-6).

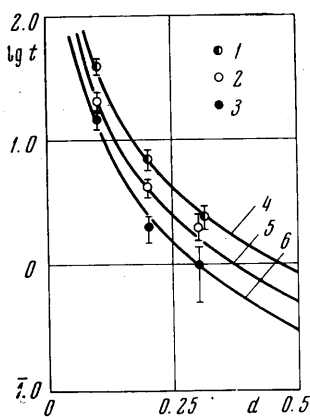
Порядок проведения экспериментов был следующим. После того как в измерительных трубках с напаянными манометрическими преобразователями было получено предельное давление и произведено необходимое обезгаживание, коллектор 3, с установленными на нем измерительными трубками, отключался от насосной груп-



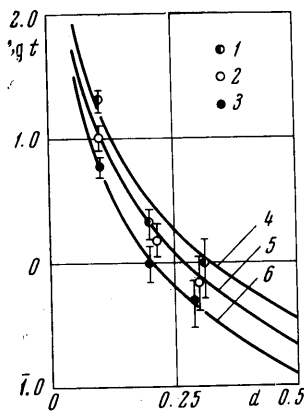
Фиг. 1

пы краном 10, затем через порционный кран 8 в коллектор давалось натекание. Изменение давления в коллекторе происходило практически мгновенно. Давление же в объеме манометрического преобразователя при этом изменялось значительно медленнее. Длительность переходного процесса установления конечного давления в объеме манометрического преобразователя и принималась за время запаздывания системы измерения в целом.

Как показали эксперименты, величина времени запаздывания системы измерения давления в изотермических условиях является, в основном, функцией геометрических размеров элементов системы. Влиянием же перепада давления на концах



Фиг. 2



Фиг. 3

измерительной системы (коллектор — манометрический преобразователь) в исследованном диапазоне ($10^{-1} \div 10^3 \text{ н/м}^2$) практически можно пренебречь.

Экспериментальные данные с соответствующими пределами разброса экспериментальных точек представлены в виде зависимости времени запаздывания системы (*мин*) от диаметра соединительной трубки (*см*) для манометрических преобразователей ЛТ-2 на фиг. 2, а для МТ-6 — на фиг. 3.

В результате анализа экспериментальных данных, полученных для обоих типов манометрических преобразователей, выведена эмпирическая формула для определения времени запаздывания измерительной системы в виде

$$t = 0.00108 v^{0.95} L^{1.03} d^{-2.38} \quad [\text{мин}] \quad (v = 0.02V)$$

Здесь V — объем баллона манометрического преобразователя, см^3 ; L — длина соединительной трубки, см ; d — внутренний диаметр соединительной трубки, см .

На фиг. 2 и 3 по этой формуле построены кривые 4, 5 и 6 соответственно для значений $L = 80, 50, 30 \text{ см}$. Как видно, эмпирическая зависимость достаточно хорошо отображает экспериментальные данные. Она может быть рекомендована для определения времени запаздывания систем измерения распределения давления на молекулах, обтекаемых потоком разреженного газа при использовании манометрических преобразователей типа ЛТ-2 и МТ-6 в диапазоне $p = 10^{-1} \div 10^3 \text{ н/м}^2$.

Поступило 26 VIII 1968

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронин Ф. С. Экспериментальное исследование обтекания сферы гиперзвуковым потоком разреженного газа. Изв. АН СССР, МЖГ, 1967, № 2.
2. Schaaf S. A., Cyr R. R. Time constants for vacuumgauge systems. J. Appl. Phys., 1949, vol. 20, No. 9.
3. Методические указания № 231 по проверке манометрических преобразователей для измерения низких абсолютных давлений. Изд-во стандартов, 1964.