

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА АТАКИ ПОТОКА НА ПОКАЗАНИЯ НАПОРНОГО УСИЛИТЕЛЯ

Л. А. БЕЛЯЕВ, В. А. БРАГИН, Б. Ф. КАЛУГИН, И. Н. КОНОВАЛОВ

(Представлена научным семинаром кафедры ТЭУ)

В литературе слабо освещен вопрос о влиянии угла атаки потока на работу напорного усилителя. Назначение, работа и конструкции напорных усилителей довольно хорошо описаны в [1], имеется описание и в [2], где, в частности, указывается, что угол атаки потока в  $12^\circ$  дает погрешность, допустимую при технических замерах. В практике может оказаться, что в некоторых случаях поток будет набегать на усилитель под большим углом. С целью выяснения влияния больших углов атаки на работу напорного усилителя на кафедре теплоэнергетических установок Томского политехнического института была проведена соответствующая работа.

В качестве объекта исследования первоначально был избран напорный усилитель, очень близкий по своей конструкции к усилителю, описанному в [2]. Эскиз усилителя представлен на рис. 1. Цифрами на нем обозначены: 1 — трубка Вентури, 2 — регулировочное кольцо, 3 — экран, 4 — трубка полного напора, 5 — шланг, 6 — державка с отводом для замера разряжения в горле трубки Вентури. Усилитель может поворачиваться вокруг оси державки. Отличием от обычных усилителей является наличие экрана и трубки полного напора, закрепленной с помощью специальной стойки на экране.

Программа исследований предусматривала:

1. Снятие характеристики трубки Вентури с регулировочным кольцом (изменение показаний в зависимости от угла атаки потока) при снятом экране, причем замер полного давления осуществлялся специальной трубкой, расположенной несколько выше и в стороне от усилителя. Все опыты проводились в аэродинамической трубе, давление в рабочей камере которой было ниже атмосферного (труба незамкнутого типа), поэтому в отдельных опытах полное давление просто приравнялось атмосферному.

2. Снимались характеристики с экраном; полное давление замерялось трубкой, расположенной на экране (рис. 1). Положение трубки подбиралось опытным путем.

3. Снималась характеристика усилителя без экрана, т. е. трубки Вентури с регулировочным кольцом. Полное давление замерялось специальной трубкой, закрепленной с помощью особой стойки на трубке Вентури. Причем трубка полного напора располагалась в том же самом месте над трубкой Вентури и занимала то же самое положение, которое она имела, когда крепилась на экране.

Характеристики во всех опытах обрабатывались и строились графически в виде зависимостей  $\delta H = f(\alpha_a)$ :  $\alpha_a$  — угол атаки в градусах,  $\delta H = \frac{H_n - H_{on}}{H_{on}} \cdot 100\%$ ,  $H_n$  — показания напорного усилителя при текущем значении угла атаки,  $H_{on}$  — показания усилителя, когда угол атаки равен нулю, т. е. усилитель направлен точно навстречу потоку. Опыты

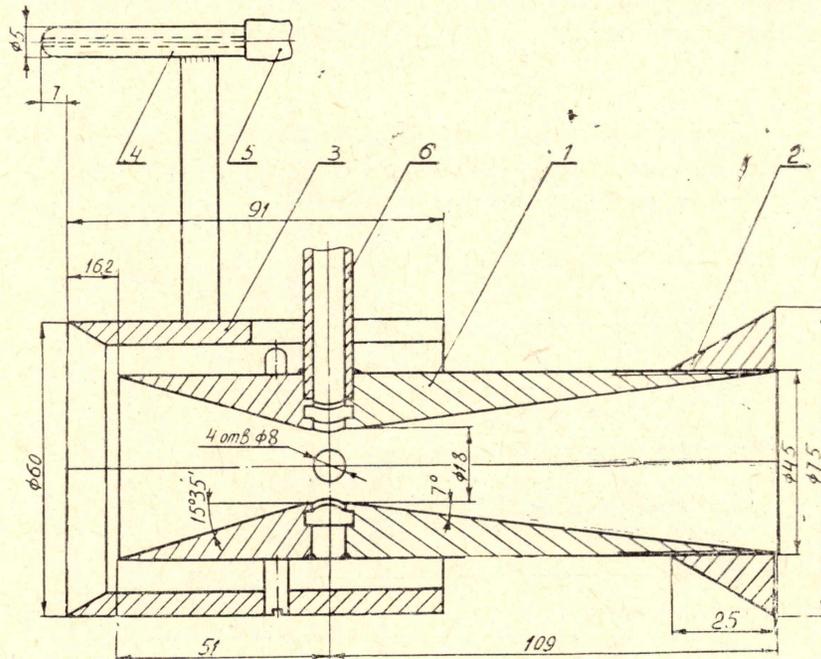


Рис. 1

проводились для значений чисел Рейнольдса 42000, 54000, 96000, что лежит в пределах значений чисел Рейнольдса в исследованиях [2]. Число Рейнольдса вычислялось по внешнему диаметру трубки Вентури и скорости набегающего потока.

Результаты опытов по первому пункту программы представлены на рис. 2. Из графиков видно, что усилитель без экрана весьма чувствителен к углу атаки потока, особенно это заметно при числе Рейнольдса 42000. Так, в опыте с числом Рейнольдса  $Re = 54000$  при  $\alpha_a = 5^\circ$   $\delta H$  составляет уже около 3%, при  $\alpha_a = 15^\circ$  уже достигает значения  $\delta H = 7,6\%$ . Рост  $\delta H$  наблюдается в опыте до  $\alpha_a = 25^\circ$ . Нарастание  $\delta H$  при изменении  $\alpha_a$  от  $0^\circ$  до  $25^\circ$  наблюдается в опытах с другими значениями чисел  $Re$ .

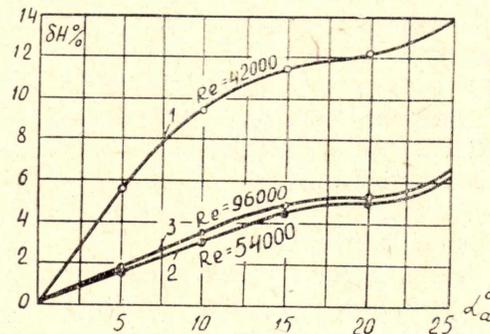


Рис. 2

Анализ кривых на рис. 2, а также характеристик трубок полного напора [3, 4, 5] показывает, что непрерывное нарастание  $\delta H$  при росте угла атаки потока, наблюдавшееся в опытах по первому пункту программы исследований, можно попытаться компенсировать за счет характеристики трубки полного напора при повороте ее вместе с трубкой Вентури.

Соответствующую характеристику трубки полного напора можно подобрать, изменяя форму носика и меняя отношение диаметра приемного отверстия к наружному диаметру трубки. В опытах по второму и третьему пунктам программы использовалась трубка полного напора со сферическим носиком и отношением диаметра приемного отверстия к наружному диаметру 0,24.

На рис. 3 представлены графики изменения  $\delta H = f(\alpha_a)$ , полученные в опытах в соответствии с пунктами 2 (кривые 1, 2, 3) и 3 (кривые 4, 5, 6) программы исследований. Из рис. 2 и 3 видно, что при наличии экрана  $\delta H$

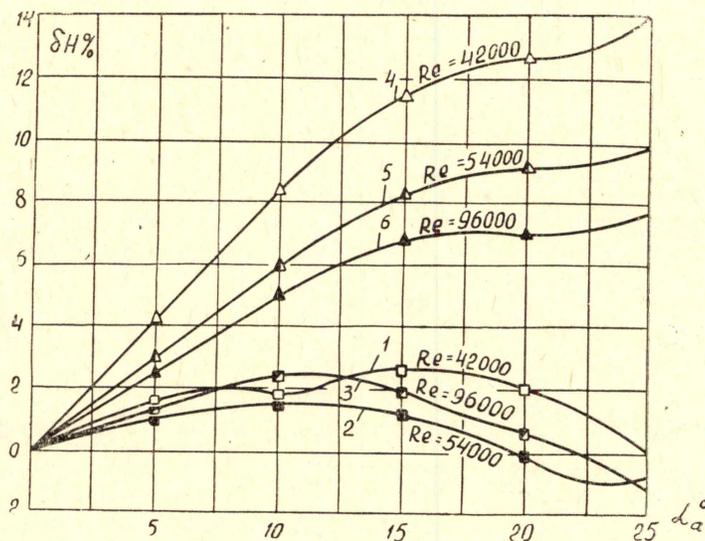


Рис. 3

снижается по сравнению с  $\delta H$  с усилителем без экрана (рис. 2), и в проведенных опытах при значениях  $\alpha_a$  не выше  $25^\circ$  не превышает 2,6%.

Экран оказывает положительное влияние на работу трубки полного напора. Кривые 4, 5, 6 на рис. 3 показывают, что при проведении опытов по пункту 3 программы  $\delta H$  при росте  $\alpha_a$  резко возрастает, работа усилителя в этом случае значительно ухудшается. Контрольными продувками, аналогичными пункту первому программы (при контрольных продувках снималась характеристика усилителя с экраном, причем замер полного давления осуществлялся как и в первой серии опытов), установлено, что экран при углах атаки до  $30^\circ$  мало влияет на работу трубки Вентури.

Положительное влияние экрана на трубку полного напора проявляется в приближении ее характеристики при изменении  $\alpha_a$  к характеристике, описанной в [3], полученной при отсутствии в потоке близко расположенных тел. В конечном итоге  $\delta H$  усилителя при изменении  $\alpha_a$  до  $25^\circ$  мало меняется.

Установка экрана снижает коэффициент усиления не более, чем на 8%. Как показали исследования, дополнительное выдвижение трубки полного напора вперед приводит к снижению  $\delta H$ . При выдвижении трубки полного напора вперед при условии сохранения  $\delta H$  на неизменном уровне можно уменьшить расстояние между трубкой полного напора и экраном.

Из изложенного выше видны пути повышения степени нечувствительности напорных усилителей к углу атаки потока.

## Выводы

1. Установлено, что напорные усилители обычной конструкции обладают довольно значительной степенью чувствительности к углу атаки потока.

2. Доказано, что применение экрана с закрепленной на нем трубкой полного напора, имеющей сферическую головку и отношение внутреннего диаметра к внешнему 0,24, позволяет при углах атаки потока до  $25^\circ$  получить  $\delta H$  не выше 2,6%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. П. П. Кремлевский. Расходомеры, Машгиз, 1963.
  2. Б. В. Дядякин, З. И. Катасонова. Трубка Вентури для измерения малых расходов и скоростей в трубопроводах большого диаметра. «Теплоэнергетика», № 12, 1965.
  3. С. Г. Попов. Измерение воздушных потоков. Гостехиздат, 1947.
  4. Р. Пэнкхёрст, Д. Холдер. Техника эксперимента в аэродинамических трубах. Изд-во иностранной литературы, 1955.
  5. И. Л. Повх. Аэродинамический эксперимент в машиностроении. Машиностроение, 1965.
-