ЛИТЕРАТУРА

1. К. К. Паулаускас, В. И. Илгунас, К. М. Баршаускас. К вопросу выбора и настройки электрических цепей ультразвукового интерферометра. Литовский физ. сб., 1962, 2, 3—4, 385—399.
2. H. Seki, A. Granato, R. Truell. Diffraction effects in the ultrasonic field of a piston source and their importance in the accurate measurements of attenuation. J. Acoust. Soc. America, 1956, 28, 230—238.
3. P. E. Edminds, V. F. Pearce, J. A. Andreae. 1,5 to 28,5 Mc/s pulse apparatus for automatic measurements of sound absorption in liquids and some results for aqueous and other solutions. Brit. J. Appl. Phys., 1962, 13, 551—560.
4. П. Е. Краснушкин. Теория ультраакустического интерферометра. Учен. записки МГУ, 1944, вып. 74, 73—85.

Каунасский политехнический институт

Поступило в редакцию 5 декабря 1964 г.

УДК 534.6

О ВЛИЯНИИ РАЗМЕРОВ ПРИЕМНИКА НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ СПЕКТРА ПРИСТЕНОЧНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ ДАВЛЕНИЯ В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ

Л. М. Лямшев, С. А. Салосина

Результаты экспериментального изучения спектральных характеристик пульсаций давления, действующих на поверхность тела в потоке газа или жидкости со стороны турбулентного пограничного слоя, изложены в ряде работ, в том числе в статьях [1—3]. Измерения пульсаций давления, как правило, осуществляются при помощи приемников давления поршневого типа, мембрана которых укрепляется заподлицо с поверхностью тела. В упомянутых выше работах отмечалось, что геометрические размеры и форма мембраны приемника могут оказать существенное влияние на результаты измерений. К выводу о влиянии размеров и формы мембраны приемника на результаты измерений спектра пульсаций давления можно прийти, исходя также из общих физических соображений и, прежде всего, имея в виду, что для высокочастотной части спектра размеры мембраны приемника всегда могут оказаться больше длины т. н. гидродинамической волны $\lambda_г = u_c / f$, где u_c — скорость переноса пульсаций, f — частота.

В статье [3] приведены приближенные формулы, пользуясь которыми можно оценить эффект этого влияния. В работе [4] дан приближенный теоретический расчет изменения спектральной плотности мощности сигнала, наблюдаемого на выходе приемника давления в зависимости от величины отношения геометрических размеров приемника (диаметра мембраны) к длине гидродинамической волны. Однако систематических экспериментальных данных, характеризующих это влияние, насколько нам известно, в литературе до сих пор не приводилось *. Ниже излагаются результаты некоторых проведенных нами экспериментов.

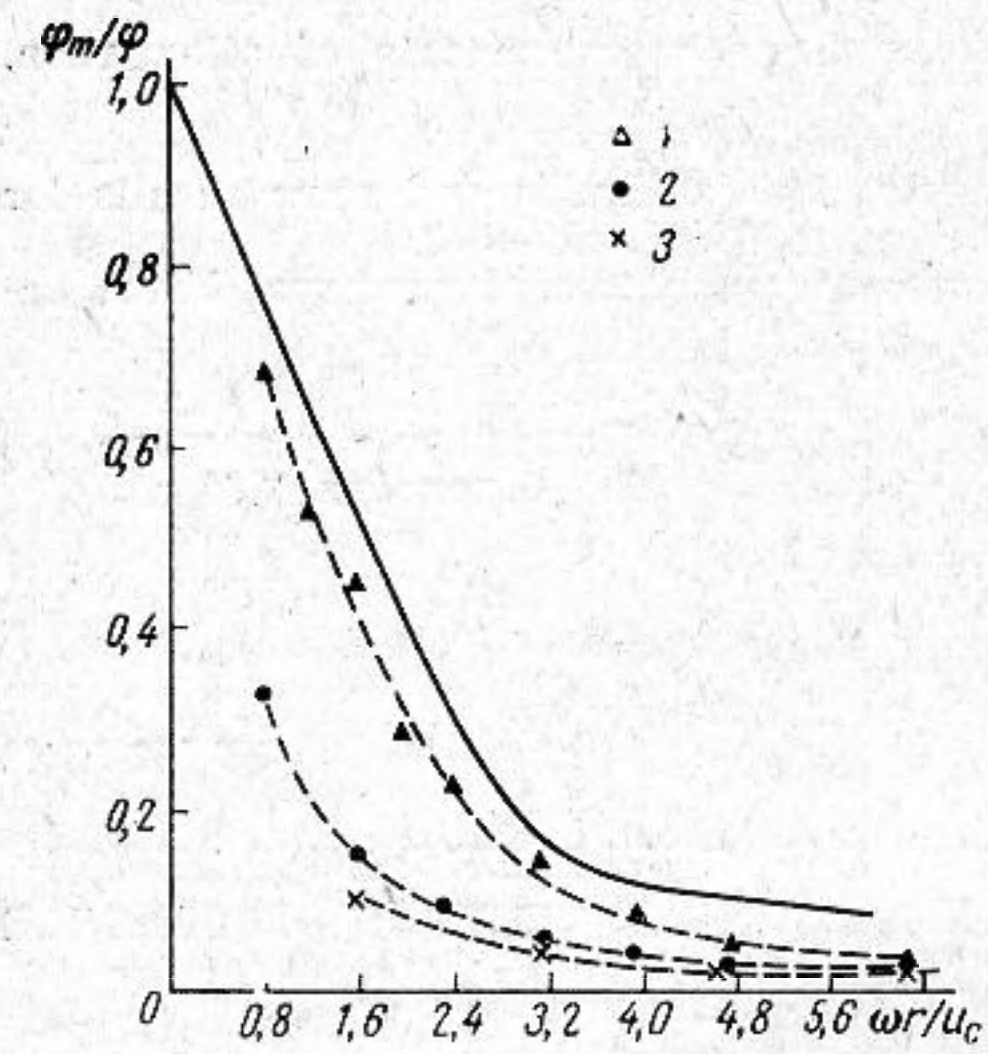
Приемники давления поршневого типа с круглыми мембранами диаметром 5, 10, 20 и 40 *мм* были укреплены заподлицо с поверхностью тела вращения, стенки которого были довольно массивными и практически представляли собой твердую неподвижную границу по отношению к потоку воды, движущемуся относительно тела со скоростью около 8 *м / сек*. Приемники были расположены один за другим так, что их центры находились на прямой, совпадающей с направлением потока и образующей тела вращения. Минимальное расстояние между двумя соседними приемниками было равно 150 *мм*. Толщина вытеснения δ^* в месте расположения приемников была определена теоретически и оказалась равной 2 *см*. В процессе измерений с помощью магнитофона осуществлялась запись сигнала с выхода каждого приемника в полосе частот от 50 *гц* до 8 *кгц*. Затем производился кольцевой спектральный анализ полученных образцов записей в 10% частотной полосе. Предварительно производилась тщательная сквозная калибровка акустико-электрического измерительного тракта и аппаратуры.

На фиг. 1 в линейном масштабе сплошной кривой показана теоретическая зависимость [4], характеризующая влияние размеров приемника (для круглого поршне-

---

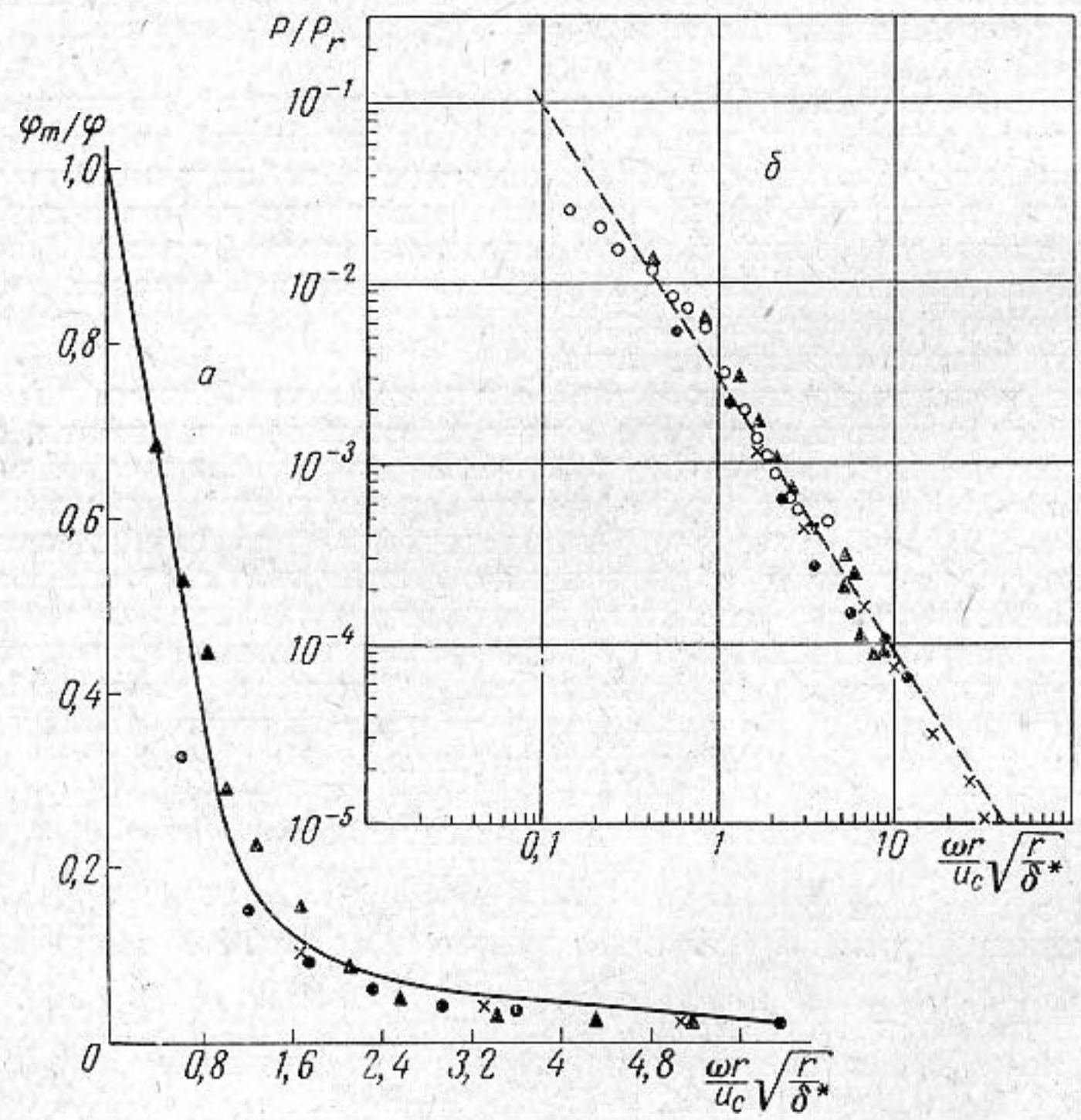
* После сдачи сообщения в печать, авторам стали известны работы: W. W. Willmarth, F. W. Roos. Resolution and structure of the wall pressure field beneath a turbulent boundary layer. J. Fluid Mech., 1965, 22, 81—94. R. B. Gilohrist, W. A. Strawderman. Experimental hidrofone — size correction factor for boundarylayer pressure fluctuations. J. Acoust. Soc. America, 1965, 38, 298—302.

вого приемника). Здесь же приведены экспериментальные данные, полученные в результате выполненных нами измерений спектра гидродинамических пульсаций давления приемниками различных размеров. По вертикальной оси отложены значения φ_m корня квадратного из величины спектральной плотности мощности пульсаций давления, причем экспериментальные результаты нормированы по отношению к значениям φ корня квадратного из величины спектральной плотности мощности пульсаций давления, полученным в процессе измерений спектра приемником самых малых размеров (с мембраной диаметром 5 *мм*) с учетом поправки до идеального спектра, сделанной на основе теоретической кривой [4]. Размеры приемника в этом случае малы по сравнению с толщиной вытеснения. По горизонтальной оси отложены значения безразмерного параметра $\omega r / u_c$, где ω — круговая частота, r — радиус мембраны приемника. Обозначения *1*, *2* и *3* относятся соответственно к диаметрам диафрагмы 10, 20 и 40 *мм*.



Фиг. 1

Из сопоставления теоретической зависимости с экспериментальными данными видно, что данные, относящиеся к приемнику с мембраной диаметром 10 *мм*, более или менее соответствуют теоретической зависимости. Заметим, что для этого приемника выполняется условие $r < \delta^*$. Для приемников бóльших размеров условие $r < \delta^*$ нарушается, и наблюдается расхождение экспериментальных и теоретических данных. Те же данные приведены на фиг. 2, *а* с тем отличием, что по горизонтальной оси отложены значения безразмерного параметра $wr / u_c\sqrt{r / \delta^*}$, что позволяет учесть соотношение между размерами мембраны приемника и толщиной вытеснения. Графические обозначения здесь те же, что и на фиг. 1, за исключением кружочка, обозначающего данные для $2r = 5$ *мм*. Сплошной линией показана теоретическая зависимость [4], построенная



Фиг. 2

с учетом соотношения между r и δ^*. В этом случае наблюдается удовлетворительное соответствие между экспериментальными и теоретическими данными.

На фиг. 2, *б* полученные экспериментальные результаты приведены в двойном логарифмическом масштабе. По вертикальной оси отложены значения корня квадратного из спектральной плотности мощности пульсаций давления, полученные в процессе измерений спектра различными приемниками. Эти значения нормированы по отношению к величине $P_r = \rho u_c^{3/2} r^{1/2}$. По горизонтальной оси отложены значения безразмерного параметра $wr / u_c \sqrt{r / \delta^*}$. Пунктирная прямая построена на основании экспериментальных данных. Как видно из представленных на фиг. 2, *а*, *б* данных, можно говорить о существовании некоторой универсальной кривой, характеризующей спектр гидродинамических пульсаций давления в безразмерных параметрах.

Заметим, что отклонение экспериментальных значений в верхнем участке спектра нельзя считать случайным. Эти значения соответствуют результатам измерений в области частот вблизи т. н. критической частоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. E. J. Skudrzyk, G. P. Haddle. Noise production in a turbulent boundary layer by smooth and rough surfaces. J. Acoust. Soc. America, 1960, 32, 1, 19—34.
2. W. W. Willmarth, C. E. Wooldridge. Measurements of the fluctiating pressure at the wall beneath a thick turbulent boundary layer. J. Fluid. Mech., 1962, 14, 187—210.
3. E. J. Skudrzyk, G. P. Haddle. Flow noise, theory and experiment. Underwater acoustics, New York, 1963.
4. G. M. Corcos. Resolution of pressure in turbulence, J. Acoust. Soc. America, 1963, 35, 2, 192—199.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступило в редакцию
8 мая 1965 г.

УДК 534 286:54—185

ПОВЕДЕНИЕ ОБЪЕМНОЙ ВЯЗКОСТИ БИНАРНОЙ СМЕСИ БЕНЗОЛ — МЕТИЛОВЫЙ СПИРТ В КРИТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

И. Г. Маханько, В. Ф. Поздрев

Расчет объемной вязкости η' в критической области таких ассоциированных жидкостей, как метиловый и этиловый спирты, показывает, что кривая зависимости η' от температуры вблизи $t_{кр}$ проходит через максимум. В работе [1] были обнаружены максимумы на температурных кривых объемной вязкости в метиловом и этиловом спиртах.

Если учитывать поглощение, вызванное только сдвиговой и объемной вязкостями при пренебрежении коэффициентом теплопроводности, то общее поглощение можно выразить следующей формулой [2, 4]:

$$\alpha = \frac{\omega^2}{2\rho c^3}\left(\frac{4}{3}\eta + \eta'\right),$$

где α — коэффициент поглощения, ω — круговая частота, ρ — плотность среды, c — скорость звука, η и η' — соответственно сдвиговая и объемная вязкость среды. Эта формула позволила нам при использовании экспериментальных данных по сдвиговой вязкости [5, 6], а также данных по поглощению [7], скорости распространения ультразвуковых волн [8, 9] и плотности [10] произвести расчет значений объемной вязкости бинарной смеси бензол — метиловый спирт.

Для расчета значений коэффициента объемной вязкости η' метилового спирта и бензола мы использовали экспериментальные данные по скорости распространения ультразвуковых волн из работы [8, 9], по плотности и сдвиговой вязкости данные из литературы [11, 12]. Одним из авторов этой статьи [1] было сделано предположение, что максимумы на кривой объемной вязкости η' связаны с распадом ассоциированных комплексов вблизи критической температуры. На правильность этого утверждения указывает отсутствие максимумов для других высших членов гомологического ряда спиртов (пропиловый, бутиловый и др.).