
РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Общество с ограниченной ответственностью
Научно-производственное предприятие «ИРВИС»

УДК 532.57+533.6.05+621.12

Код ГРНТИ 44.31.35

Инв.№

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО НПП «ИРВИС»

к.т.н. Д.В.Кратиров

_____ “ ” _____ 2010 г.
М.П.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

**ВЛИЯНИЕ ЗАГРОМОЖДЕНИЯ КАНАЛА ОБТЕКАЕМЫМ ТЕЛОМ
ВИХРЕВОГО РАСХОДОМЕРА НА НИЖНИЙ ПРЕДЕЛ
СУЩЕСТВОВАНИЯ РЕГУЛЯРНОЙ ВИХРЕВОЙ ДОРОЖКИ
КАРМАНА**

Исполнители: _____ д.т.н. В.М.Молочников
_____ аспирант М.В.Еронин

г.Казань 2010 г.

Одной из важнейших характеристик расходомеров любого типа, в том числе и вихревых расходомеров с плохообтекаемым телом, является динамический диапазон измерения расхода (отношение наибольшего измеряемого значения расхода к наименьшему). При выборе того или иного типа расходомера критерием, определяющим динамический диапазон, чаще всего является нижний (наименьший) предел вихреобразования.

Степень загромождения канала плохообтекаемым телом оказывает влияние на распределение давления на поверхности тела и на формирование регулярных вихрей Кармана за телом. С увеличением степени загромождения канала срыв вихрей начинается при больших числах Re , чем в безграничном потоке [1, 4]. Однако конкретной количественной информации об этом влиянии, особенно для тел с фиксированной линией отрыва потока и расположения плохообтекаемого тела в круглой трубе, в литературе не приводится. Для вихревого расходомера ИРВИС РС4 с обтекаемым телом в форме кругового цилиндра с фиксированной линией отрыва потока, который используется в настоящей работе и как объект исследования, и как средство измерения, значение числа Рейнольдса, вычисленного по диаметру обтекаемого тела и соответствующее нижнему пределу существования регулярной вихревой дорожки Кармана за телом, составляет $Re_d \approx 10^3$, тогда как для цилиндра в безграничном потоке это значение, по данным разных авторов, лежит в диапазоне от 40 до 160 [1 – 3, 5 – 7].

Для оценки влияния степени загромождения канала обтекаемым телом применительно к вихревому расходомеру ИРВИС РС4 в рамках настоящей работы выполнено измерение частоты формирования регулярных вихрей за телом при двух значениях определяющего размера тела: $d = 14,5$ мм ($d/D = 0,29$) и 8 мм ($d/D = 0,16$). Оба тела были геометрически подобны. Эксперименты проводились в трубе $D_y = 50$ мм. Измерения мгновенной локальной скорости потока в следе за каждым телом выполнялись в диапазоне расходов: $Q = 5,135 \dots 12,32$ м³/ч для $d/D = 0,29$ и $Q = 1 \dots 25,67$ м³/ч

для $d/D = 0,16$. Существование регулярной вихревой дорожки Кармана оценивалось по добротности спектра пульсаций скорости в окрестности границы следа (в области максимальных значений среднеквадратичных пульсаций скорости по радиусу трубы) на расстоянии 30 мм вниз по течению от оси тела. На рис.1 представлены соответствующие спектры пульсаций скорости в окрестности границы следа при наименьшем числе Рейнольдса, соответствующем началу устойчивого регулярного вихреобразования за телом $d = 14,5$ мм, а на рис.2 – за телом с $d = 8$ мм.

Из рис.1 видно, что уверенное выделение частоты вихреобразования для $d/D = 0,29$ начинается с $Q = 6,99$ м³/ч, что соответствует числу Рейнольдса, рассчитанному по диаметру тела $Re_d = U_\infty d/\nu = 1000$.

При уменьшении поперечного размера обтекаемого тела до $d/D = 0,16$, как видно из рис.2, уверенное выделение частоты вихреобразования за телом начинается уже при значении объемного расхода $Q = 5$ м³/ч. Соответствующее значение числа Рейнольса составляет $Re_d \approx 380$.

Результаты измерения частоты вихреобразования за обтекаемыми телами обеих размеров сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Частота вихреобразования за обтекаемым телом вихревого расходомера

$d/D = 0,29$				$d/D = 0,16$			
$Q, \text{ м}^3/\text{ч}$	$f, \text{ Гц}$	Re_d	Sh	$Q, \text{ м}^3/\text{ч}$	$f, \text{ Гц}$	Re_d	Sh
5	26	390	0,21	6,99	26	990	0,233
6,99	29	546	0,167	8,15	29	1154	0,232
8,15	31	637	0,153	9,11	33	1290	0,221
12,32	51	962	0,154	11,17	37	1581	0,216
15,40	61	1202	0,159	12,32	39	1744	0,206
20,53	79	1603	0,155				
25,67	100	2004	0,157				

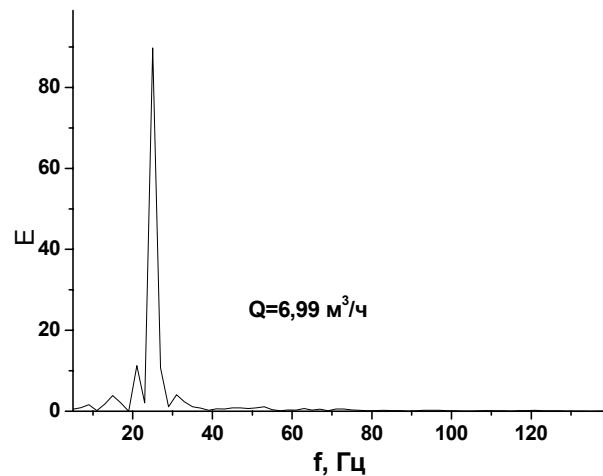


Рис. 1. Спектры пульсаций скорости в следе за обтекаемым телом вихревого расходомера при $d/D = 0,29$

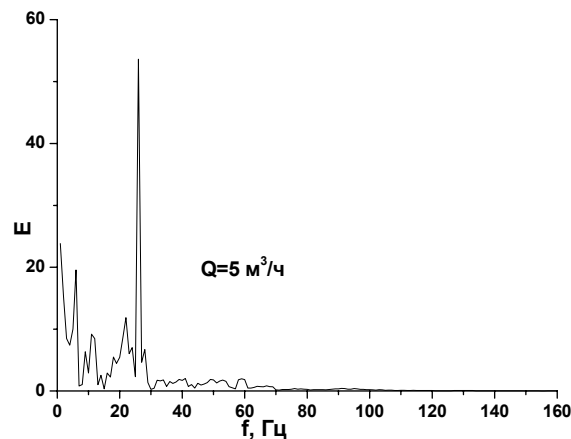


Рис. 2. Спектры пульсаций скорости в следе за обтекаемым телом вихревого расходомера при $d/D = 0,16$

Зависимость безразмерной частоты вихреобразования от числа Рейнольдса для обоих вариантов обтекаемого тела расходомера в области малых расходов (чисел Рейнольдса) показана на рис.3. Там же показаны границы устойчивого вихреобразования, соответствующие нижнему пределу формирования регулярных вихрей Кармана за телом. Как видно из рисунка, снижение степени загромождения с 0,29 до 0,16 (в 1,8 раза) позволяет уменьшить нижний предел существования регулярной дорожки Кармана за телом в 2,6 раза.

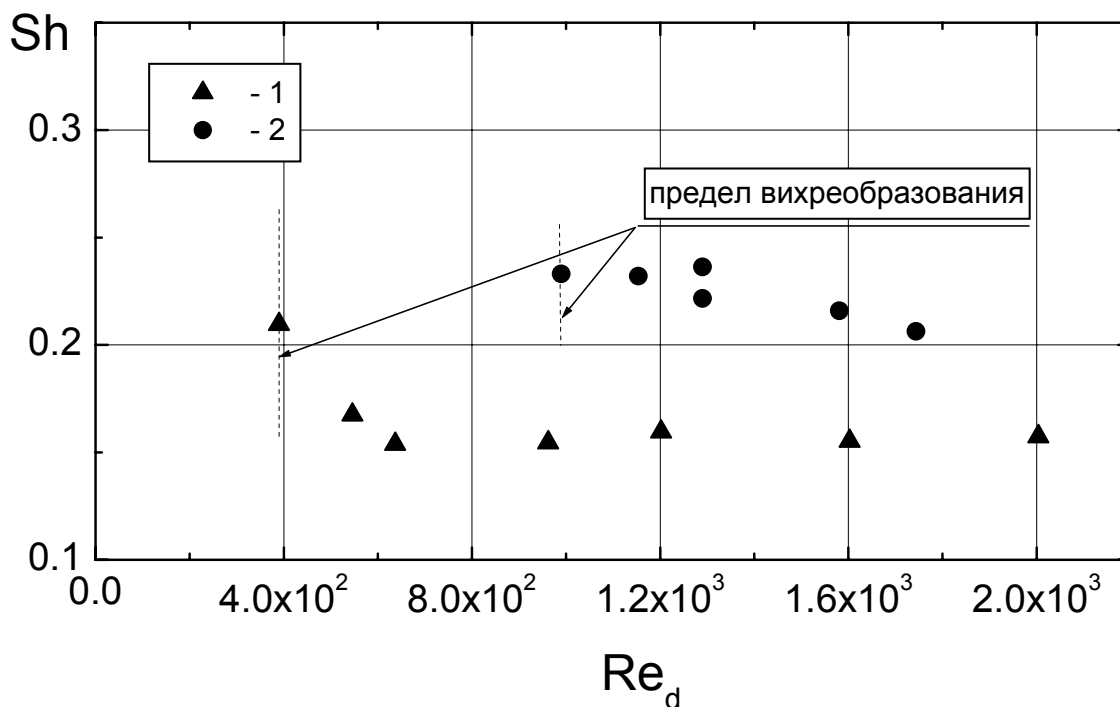


Рис.3. Зависимость безразмерной частоты вихреобразования за обтекаемым телом расходомера от числа Рейнольдса: 1 – $d/D = 0,29$; 2 – $0,16$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате экспериментальных исследований определено влияние степени загромождения поперечного сечения расходомера ИРВИС РС4 обтекаемым телом на нижний предел существования регулярной вихревой дорожки Кармана. Установлено, что снижение отношения диаметров тела и измерительного участка с $0,29$ (штатное тело) до $0,16$ позволяет уменьшить число Рейнольдса, соответствующее нижнему пределу вихреобразования за телом в $2,6$ раза: с $Re_d = 1000$ до $Re_d = 390$.

Литература

1. Акылбаев Ж.С., Исатаев С.И., Пользик В.В. Срыв вихрей с поверхности плохообтекаемых тел и его влияние на теплообмен.- в кн.: Тепло- и массоперенос. Минск, 1972, т.1, ч.1, С.291-295.

2. Альбом течений жидкости газа // Сост. М.Ван-Дайк.- М.: Мир.- 1986.- 184 с.
3. Жукаускас А.А. Конвективный перенос в теплообменниках. М.: Наука. 1982. 472 с.
4. Киясбейли А.Ш., Перельштейн М.Е. Вихревые измерительные приборы.-М.:Машиностроение, 1978.-152 с.
5. Рошко А., Фишдон У. О роли перехода в ближнем следе. В кн.: Механика. М.: Мир, 1969. Т.6. С. 50-58.
6. Roshko A. Experiments on the flow past circular cylinders at a very high Reynolds number // J. Fluid Mech. – 1961. Vol. 10, pt. 3, P.345-356.
7. Tani I. Low speed flows involving bubble separations // Progress in Aeronautical Sciences. Oxford: Pergamon Press.– 1964, N 5. P.70-103.