

ВГЗ. Для получения максимальной эффективности $\eta_{ак}$ генератора целесообразно задавать расчетный режим его работы $\Delta P = 80 \dots 100$ кПа и выбирать геометрические параметры ВГЗ в диапазонах $A = 2 \dots 8$; $L = 1,5 \dots 2$; $D_T = 4 \dots 5$; $\tilde{r}_c = 0,2 \dots 0,3$.

Библиографический список

1. Кныш Ю.А., Лукачев С.В. Способ разделения потоков акустической энергии и отработанного воздуха в вихревом излучателе звука //Акуст.ж. 1980. Т.26. № 2. С.299-302.
2. Лайбович С. Распад вихря //Вихревые движения жидкости. М.: Мир, 1979. С.160-196.

УДК 532.517.4

А.Н.Белоусов

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ КОРОТКИХ ВИХРЕВЫХ КАМЕР НА ПУЛЬСАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫТЕКАЮЩИХ ЗАКРУЧЕННЫХ СТРУЙ

При создании различных вихревых устройств (горелок, форсунок, генераторов звука, вихревых труб и т.д.) часто приходится сталкиваться с нестационарным режимом течения затопленных закрученных потоков жидкости и газа, следствием которого является возникновение в потоке регулярных пульсаций скорости и давления [1]. Ввиду сложной аэродинамической структуры закрученных течений механизм возникновения автоколебаний в потоке изучен не до конца, однако исследования и эксперименты показывают, что в основе этого явления лежит гидродинамическая неустойчивость течения, при которой центральное вихревое ядро отклоняется от оси симметрии (геометрической оси вихревой камеры) и одновременно с собственным вращением совершает регулярное круговое прецессионное движение вокруг нее [2]. Причиной колебаний давления в закрученном потоке являются периодические пульсации скорости в периферийном потоке, обусловленные регулярными деформациями его границ центральным прецессирующим ядром вихря. По параметрам излучаемых при этом акустических колебаний

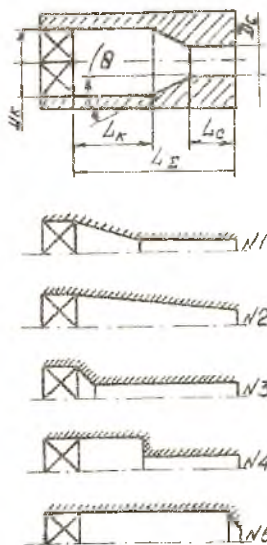
косвенно можно осуществлять качественную оценку пульсационной структуры и турбулентных характеристик формируемых вихревыми устройствами закрученных струй [3].

В настоящей работе обсуждаются результаты экспериментального исследования влияния внутренней геометрической формы вихревых камер на пульсационные и акустические характеристики вытекающих закрученных струй. Измерение акустических параметров осуществля-

Номера мод	L_k , м	L_c , м	θ , град	D_k , м	D_c , м	L_s , м
1	-	0,027	13			
2	-	-	6,5			
3	-	0,0505	60	0,02	0,008	0,054
4	0,027	0,027	90			
5	0,0524	0	80			

лось в заглушенной камере акустического стенда с помощью аппаратуры RFT-ГДР, а измерение пульсационной структуры - термосанометром Т7-М. Результаты измерения обрабатывались на ЭВМ "Наирин-К".

Использованные в работе модели отличались вихревыми камерами,



основные размеры которых приведены в таблице, а внутренняя конфигурация показана на рис. 1. Для закрутки потока применялся шнековый завихритель со степенью закрутки $S = 12$, которая рассчитывалась по формуле $S = 2M\varphi / M_x D_k$, где $M\varphi$ - момент количества движения; M_x - осевое количество движения.

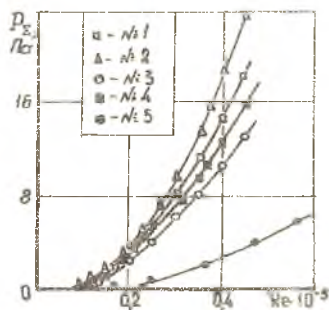
Исследуемые модели вследствие различия в конструктивной форме вихревых камер обладают разным гидравлическим сопротивлением, которое определяется характером действия сил трения по внутренней поверхности камеры. Эксперимент показал, что вихревые модели по мере возрастания их гидравлического сопротивления расположились в следующем порядке: № 2, № 5, № 1, № 4, № 3. Малая величина гидравлического сопротивления и, следовательно, малые потери энергии активного периферийного потока обеспечивают более

Р и с. 1. Схемы вихревых камер

интенсивное взаимодействие потоков внутри вихревой камеры. В результате на пониженных режимах работы (при малых Re) амплитуда регулярных пульсаций скорости и давления, вызванных прецессией центрального вихревого ядра, выше.

Доказательством этого являются экспериментальные зависимости уровня звукового давления интегрального шума P_{Σ} от числа Re (рис.2), которые показывают, что наиболее крутой подъем имеет кривая, соответствующая модели № 2. Для остальных форм вихревых камер кривые по режиму работы располагаются в соответствии с их гидравлическим сопротивлением.

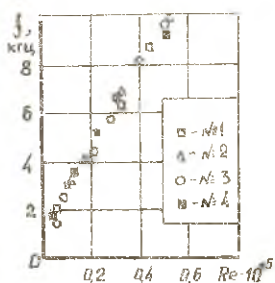
Эксперимент показал, что форма вихревой камеры практически не оказывает влияния на частотную зависимость регулярных колебаний, построенную от числа Re (рис.3), в



Р и с. 2. Зависимость уровней звукового давления интегрального шума P_{Σ} от числа Re

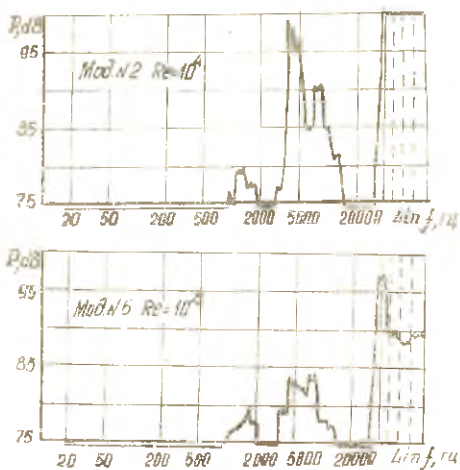
то время как выражение этой характеристики от перепада давления воздуха на моделях вследствие разного гидравлического сопротивления вызывает ее расслаивание.

При отсутствии ($L_c = 0$) или очень малой длине соплового участка (мод. № 5) тональных звуковых колебаний в излучаемом закрученной струей акустическом спектре практически не имеется (рис.4), а уровень звукового давления значительно ниже (см.рис.2). С позиции разработанной модели [2], описывающей неустойчивость течения затопленных закрученных потоков, причина отмеченного экспериментального факта заключается в том, что для таких



Р и с. 3. Изменение частоты дискретного тона для различных вихревых камер в зависимости от Re

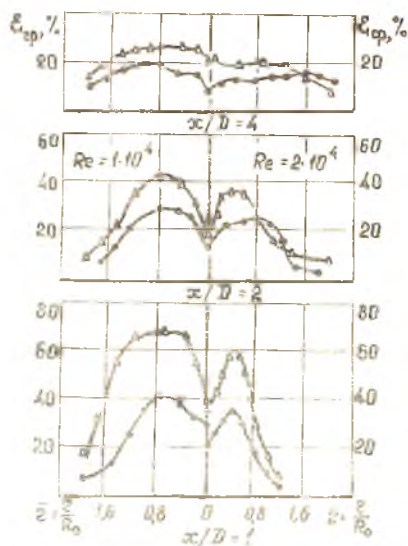
типов вихревых камер участок разгона потока, где имеют место высокие значения градиента осевой скорости, чрезвычайно мал. Это затрудняет передачу вращательного импульса от периферийного потока



Р и с. 4. Спектр излучаемого шума

ния дискретного звукообразования.

Результаты измерения термоанемометром интенсивности турбулентности $\varepsilon_{cp} = \sqrt{\overline{v'^2}} / \bar{v}$, где \bar{v} , $\sqrt{\overline{v'^2}}$ - соответственно осредненная скорость и среднеквадратичная величина пульсаций скорости в данной точке, выполненные на двух режимах ($Re = 10^4$ и $Re = 2 \cdot 10^4$) по радиусу закрученной струи в трех различных сечениях, показаны на рис. 5. Их анализ показывает, что при неустойчивом течении независимо от Re уровень турбулентности в открытой струе существенно выше, чем при отсутствии неустойчивости.



Р и с. 5. Влияние формы камеры закручивания на изменение интенсивности турбулентности в открытой струе

к центральному, а, следовательно, и образование мощной зоны обратных течений, способной проникнуть внутрь вихревой камеры. Взаимодействие потоков проявляется очень слабо, и развитого прецессирующего движения вихревого ядра получить не удастся. Кроме того, поскольку появление регулярных пульсаций давления вызывается периодической деформацией периферийного потока между прецессирующим ядром и твердой стенкой [2], наличие последней является необходимым условием для обеспе-

ВЫВОД

Внутренняя форма вихревых камер оказывает существенное влияние на устойчивость течения закрученных потоков газа, вследствие чего ее изменением можно либо усиливать, либо ослаблять, а в некоторых случаях полностью подавлять регулярные колебания скорости и давления в закрученных струях.

Библиографический список

1. Белоусов А.Н., Кныш Ю.А., Лукачев С.В. Акустические свойства вихревых пневматических форсунок //Изв.вузов. Авиационная техника, 1977. № 1. С.17-22.

2. Белоусов А.Н. Модель нестационарного течения закрученного потока воздуха в вихревых пневматических форсунках //Проектирование и доводка авиационных газотурбинных двигателей. Куйбышев:КуАИ, 1983. С.124-129.

3. Белоусов А.Н., Лукачев В.П. О связи гидродинамических и акустических параметров закрученных газовых потоков //Физика акустико-гидродинамических явлений и оптоакустика: Мат-лы П Всесоюзн.симп. М.:Акуст.ин-т. АН СССР, 1979. С.36-39.

УДК 532.51

А.И.Осипов, А.Н.Первышин

АНАЛИЗ ВИХРЕВОГО ДВИЖЕНИЯ ГАЗА В КОЛЬЦЕВОМ КАНАЛЕ

Решение большинства задач при исследовании вихревого эффекта базируется на исходных данных, основными из которых являются законы распределения параметров закрученных потоков на входе в камеру. Однако единого подхода к расчету характеристик течения на выходе из тангенциальных завихрителей не существует. Определенные трудности при анализе экспериментальных данных вызывает неустоявшаяся терминология и обилие вводимых критериев движения газа. Целью работы явилось создание методики расчета распределения давлений в поперечном сечении камеры с привлечением известного набора газодинамических функций при произвольном законе закрутки газа.