

## ВЛИЯНИЕ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОТОКА ЗА КОМПРЕССОРОМ НА ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ОТРЫВНОГО ДИФфуЗОРА КАМЕРЫ СГОРАНИЯ

© 2011 М. М. Гурьянова

Рыбинская государственная авиационная технологическая академия имени П.А. Соловьёва

Экспериментально и численно исследовано влияние несимметричности профиля скорости и начального уровня турбулентности на величину гидравлических потерь в отрывном диффузоре камеры сгорания.

*Отрывной диффузор, гидравлические потери, неравномерность потока, ГТД, газодинамика.*

### Введение.

Совершенствование и перспективы развития газотурбинных технологий связаны с повышением эффективности двигателя, с форсированием параметров газа перед турбиной, что связано с ростом теплонапряженности КС, улучшением аэродинамических характеристик и уменьшением токсичности. Достижение отмеченного повышения качества КС зависит от совершенства ее конструктивного исполнения и рабочего процесса.

Газодинамика течения в КС, определяющая формирование полей термогазодинамических параметров на выходе, зависит от равномерности эпюры скорости потока воздуха за компрессором. Чем выше неравномерность потока, тем с большими гидравлическими потерями проектируется ЖТ. Такая взаимосвязь неравномерности потока воздуха с гидравлическим сопротивлением камеры определяет необходимость ее учета при проектировании диффузоров. Вид радиальной эпюры температуры на выходе из КС задается из условия обеспечения ресурса рабочих лопаток турбины. Проектирование современных КС ГТД и возможность повышения эффективности их рабочего процесса во многом определяется предысторией потока и в первую очередь характером течения в диффузоре.

Известно [1-4], что для получения низких потерь полного давления необходимо проектировать диффузорные каналы без отрыва потока с малым углом раскрытия. Однако на практике часто требуется сокращение длины диффузоров и увеличение степени расширения потока в них, что

приводит к росту гидравлических потерь вследствие возникающего отрыва потока. Опыты показывают наличие оптимального угла раскрытия диффузора, обеспечивающего минимум полных потерь [1,3], складывающихся из потерь на трение и на отрыв пограничного слоя.

В авиационных двигателях, где осевые габариты и масса должны быть по возможности минимальны, угол раскрытия диффузора выбирают на основе технико-экономического компромисса между длиной и потерями давления.

Оптимальным будет диффузор, обеспечивающий требуемое снижение скорости на минимальной длине при минимуме потерь полного давления, равномерных полях параметров и устойчивом течении на выходе из диффузора. Ещё одна трудность связана с неравномерностью профиля скорости на выходе из компрессора, его несимметричностью и нестационарной зависимостью от высоты и скорости полета. В этих условиях трудно обеспечить стационарность течения, определяющую устойчивость и качество аэродинамических характеристик КС. Поэтому проблеме обеспечения однородности и устойчивости течения на входе в диффузор уделяется самое пристальное внимание. Однако немногочисленные экспериментальные данные как российских, так и зарубежных исследователей часто носят противоречивый характер и не позволяют сформировать единых представлений о методах их учета при проектировании диффузоров КС.

Ввиду ограниченности экспериментальных данных по продувкам кольцевых диффузорных каналов с большими углами

раскрытия в условиях неравномерного нестационарного потока на входе возникает необходимость проведения экспериментальных исследований, направленных на подробное изучение структуры потока в отрывном диффузоре, с целью определения влияния газодинамических параметров течения на эффективность диффузоров для возможного их использования при разработке новых методик расчета в широком диапазоне скоростей потока и начальных условий на входе в диффузор.

### Численное исследование аэродинамики отрывного диффузора

Для уточнения области экспериментального поиска выполнено двухмерное численное моделирование течения в отрывном диффузоре на различных режимах.

Основное внимание уделялось влиянию несимметричности профиля скорости на входе в канал диффузора кольцевой камеры сгорания и начальной интенсивности турбулентности на величину гидравлических потерь. При проведении численного моделирования газодинамики рассматривалось турбулентное течение вязкого несжимаемого газа в декартовой системе координат, описываемое осредненными по Рейнольдсу уравнениями Навье-Стокса, неразрывности, сохранения энергии и состояния. Граничные условия задавались в виде условий адиабатности и прилипания на стенках, расхода на входе и полного давления на выходе из внутреннего и наружного каналов, полученных при предварительных продувках модели и проведенных ранее исследованиях отрывного диффузора [1-3]. Нестационарная система уравнений решалась методом установления с использованием коммерческого кода FLUENT, дискретизация уравнений в котором проводится методом контрольных объемов. Система замыкалась низкорейнольдсовой  $k-\omega$  SST моделью турбулентности.

В газотурбинных двигателях поток, поступающий из компрессора в диффузор камеры сгорания, имеет несимметричный по сечению канала профиль скорости, что связано с влиянием нестационарного взаимодействия последней ступени компрессора, направляющего аппарата и остаточной закруткой потока. Исследование неравно-

мерности профиля скорости на входе на характеристики диффузора требует постановки аэродинамического эксперимента. Для этого необходимо сформировать несимметричный профиль скорости за счет изменения геометрии специально смоделированного входного участка преддиффузора. Подобные задачи восстановления геометрии по заданному полю скорости течения относятся к классу обратных задач газовой динамики, решение которых возможно в частных случаях с использованием сложных математических методов. Анализ результатов выполненного численного моделирования поля скорости для различных вариантов геометрии позволил выбрать несколько вариантов геометрии входного участка, обеспечивающих несимметричные относительно оси канала профили скорости на входе в диффузор. Для оценки неравномерности распределения скорости перед диффузором использовался коэффициент несимметричности  $K = W_{cp}^{верх} / W_{cp}^{низ}$ , где  $W_{cp}^{верх}$ ,  $W_{cp}^{низ}$  – соответственно осредненная скорость потока в верхней и нижней половине поперечного сечения диффузора, м/с.

Расчеты показали, что геометрия входного участка заметно влияет на формирование профиля скорости. Сравнение результатов численного моделирования эпюр скорости на входе в диффузор КС при коэффициентах несимметричности  $0,78 \leq K \leq 7,08$  представлено на рис.1. Несимметричность профиля скорости увеличивается с ростом коэффициента несимметричности  $K$ .

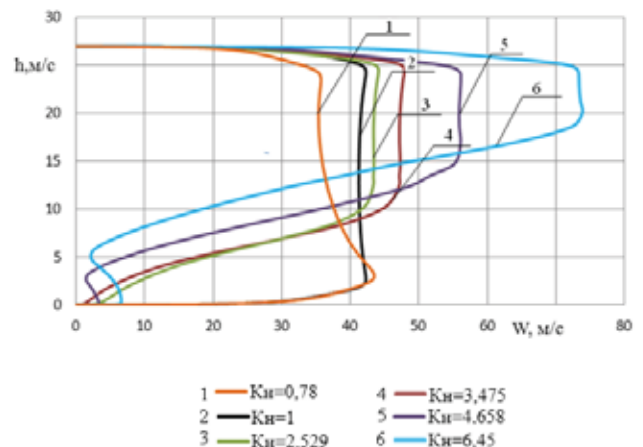


Рис. 1. Эпюры скорости на выходе из входного участка

Полученные эпюры использованы в качестве граничных условий на входе в отрывной диффузор для численного исследования влияния несимметричности профиля. Сеточная модель проточной части диффузора имеет сгущение вблизи областей значительных градиентов газодинамических параметров потока (рис. 2).

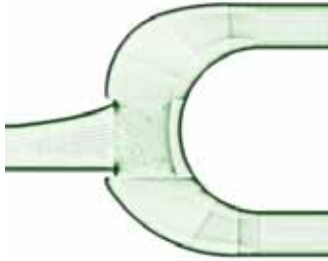


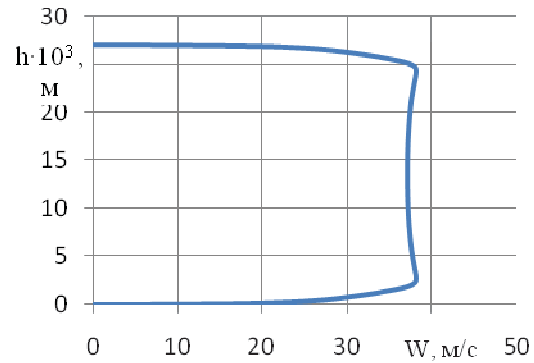
Рис. 2. Двухмерная сеточная модель расчетной области проточной части диффузора КС

На рис. 3,а,б показаны симметричный профиль скорости турбулентного течения на входе и распределение поля скорости в диффузоре (см. рис.3, б), обеспечивающее симметричное распределение давления по поверхности ЖТ и максимум статического давления в лобовой точке обтекателя (см. рис.3, в).

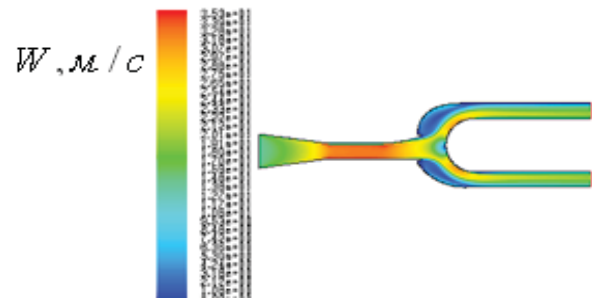
Это свидетельствует о качественной отработке базовой геометрии проточной части КС. Такой подход является характерным условием получения аэродинамического профиля конструкции, применяемым на этапе конструкторского проектирования. Однако, как показали расчетные исследования, ситуация радикально меняется при появлении внешних возмущений поля течения, приводящих к искажению симметричного профиля скорости на входе.

При профиле скорости на входе в диффузор с коэффициентом несимметричности  $K \approx 0,78$  входная неравномерность потока количественно изменяет поле скорости и давления, но не приводит к качественной перестройке течения, что справедливо для диапазона  $0,78 \leq K_H \leq 1$  ( $1 \leq K_B \leq 1,28$ ).

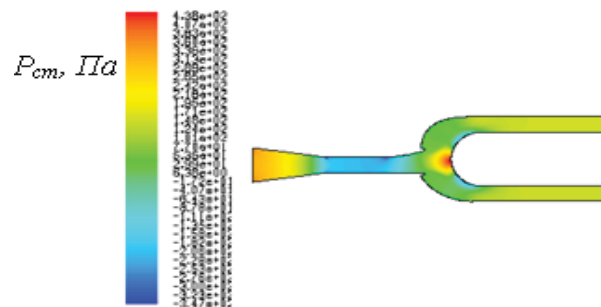
Область повышенного статического давления на обтекателе менее выражена и имеет несимметричную структуру относительно средней линии ЖТ, что оказывает отрицательное влияние на аэродинамику КС и может привести к снижению рабочего перепада давления на фронтальном устройстве и ухудшению качества смешения.



а



б



в

Рис. 3. Профили скорости и давлений на входе в диффузор при  $K_H = 1$

При увеличении коэффициента несимметричности профиля скорости в диапазоне значений  $1 \leq K_H \leq 7,08$  ( $0,14 \leq K_B \leq 1$ ) газодинамика течения в проточной части КС существенно искажается, полностью нарушается устойчивость потока с формированием нерасчетных режимов течения в диффузоре и ярко выраженной несимметричностью распределения локальных расходов воздуха между верхними и нижними охлаждающими поясами. Независимо от направления смещения максимума профиля скорости во входном сечении относительно оси канала, характер обтекания жаровой трубы становится несимметричным с неравномерным перераспределением вторичного воздуха между верхним и нижним кольцевыми каналами.

Исследования показали, что в случае затенения потока на входе в области нижней стенки входного участка (наполнение эпюры скорости в верхнем полуканале) величина коэффициента гидравлических потерь линейно зависит от коэффициента несимметричности (рис. 4). При этом абсолютное значение изменяется в 4 - 4,5 раза от  $\xi = 0,1$  в случае равномерного профиля скорости на входе до  $\xi = 0,45$  при значениях  $K_H \approx 6,5 - 7$ .

Это позволяет сделать однозначный вывод о необходимости учета влияния предыстории потока на аэродинамические характеристики диффузора КС при проектировании перспективных КС двигателей нового поколения.

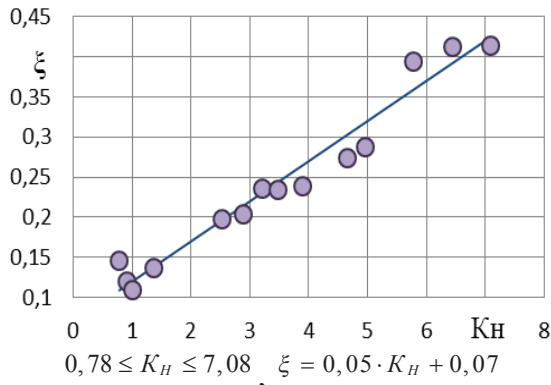


Рис. 4. Зависимость коэффициента гидравлических потерь  $\xi$  от  $K_H$

На рис. 5 приведено влияние  $K_B$  на коэффициент потерь давления в диффузоре при наполнении входной эпюры скорости в нижнем полуканале.

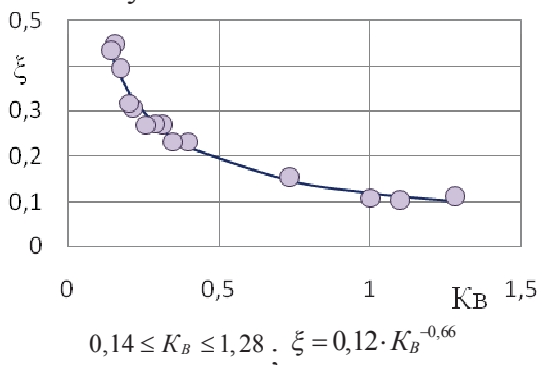


Рис. 5. Зависимость коэффициента гидравлических потерь  $\xi$  от  $K_B$

Результаты расчета показали, что несимметричность профиля скорости на входе в преддиффузор оказывает заметное влияние на картину течения и распределение полного и статического давления по поверхности

обтекателя и стенок ЖТ, определяющих уровень гидравлических потерь, условия формирования вторичных потоков через отверстия в ЖТ и пояса охлаждающих отверстий.

Результаты анализа показывают, что зависимость анализа  $\xi = f(K_B)$  имеет степенной характер, причем в диапазоне  $0,14 \leq K_B \leq 1$  величина потерь изменяется в 4-4,5 раза от  $\xi = 0,45$  при  $0,14 \approx K_B$  до  $\xi = 0,1$  при  $K_B \approx 1$  (симметричный профиль скорости на входе).

### Экспериментальное исследование влияния начальных условий на величину гидравлических потерь в отрывном диффузоре

Экспериментальные исследования влияния начальных условий потока на входе в диффузор на величину сопротивления отрывного диффузора проводились на экспериментальном стенде, представленном на рис. 6.

Объект исследования представлен на рис. 7 и представляет собой модель прямоугольной развертки 1/8 сектора отрывного диффузора кольцевой КС. Модель выполнена из оргстекла в масштабе 1:1, состоит из преддиффузора, наружного контура и жаровой трубы. Жаровая труба модели может изменять свое положение в осевом и радиальном направлениях.

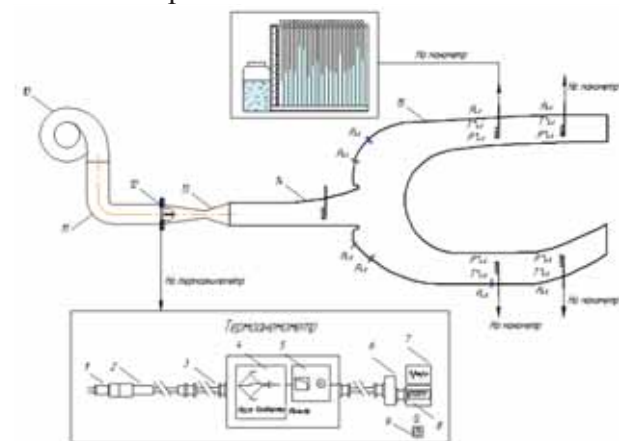


Рис. 6. Схема экспериментального стенда

Для формирования несимметричного профиля скорости относительно оси канала был разработан входной участок с так называемыми генераторами несимметричности профиля скорости, изменяющими геометрию проточной части канала.

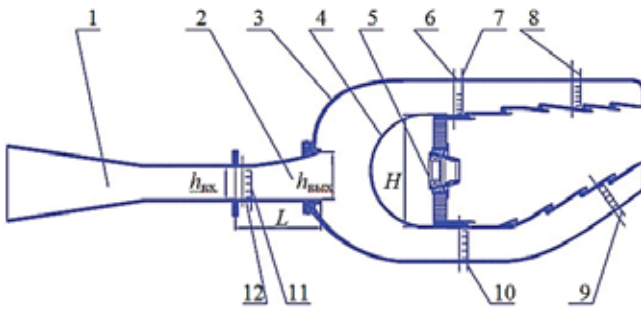


Рис. 7. Модель отрывного диффузора:

1 – входной участок; 2 – преддиффузор;  
 3, 6, 12 – отверстия для измерения статического давления; 4 – обтекатель ЖТ; 5 – фронтное устройство; 7, 8, 9, 10, 11 – пятиточечные гребенки

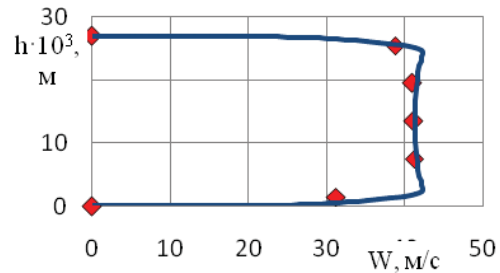
Формы генераторов получены по результатам численного моделирования и изменяются в пределах  $0,8 < K_H < 7,4$ , если бобышка располагается снизу канала, и  $0,135 < K_B < 1,26$ , если сверху. Такое моделирование необходимо ввиду не осесимметричной геометрии преддиффузора. Распределение расхода по кольцевым каналам из-за влияния несимметричности может быть неравномерным.

Эксперименты по формированию несимметричной эпюры скорости на выходе из входного участка за генераторами несимметричности проводились в диапазоне чисел Рейнольдса  $2 \cdot 10^4 < Re < 18 \cdot 10^4$ .

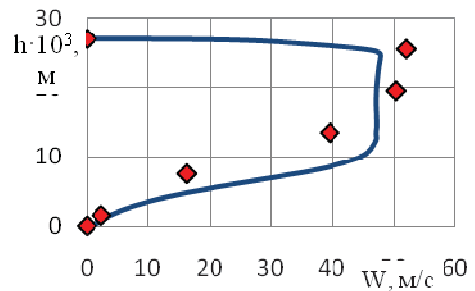
Результаты сравнения профилей скорости на входе в преддиффузор, полученные численным моделированием и обработкой результатов эксперимента, представлены на рис. 8, а-в.

Видно, что в случае неискаженной (симметричной) картины течения формирующийся турбулентный профиль адекватно описывается расчетной кривой по всем 5 опытным точкам по высоте канала. В этом случае максимальная ошибка расчета составляет 26% относительно эмпирических данных, средняя не превышает величины 7,46%.

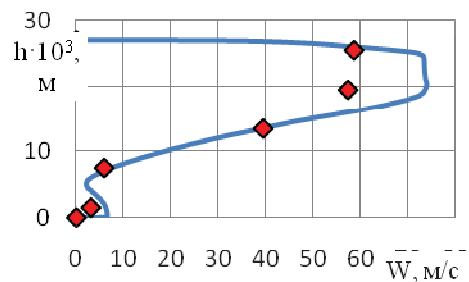
Расчетные и экспериментальные профили скорости, искаженные генераторами возмущений течения, также качественно согласуются, но величины относительных погрешностей несколько выше. Наиболее заметное влияние наблюдается в случае коэффициента несимметричности  $K_H=4,6$  (рис. 8, в).



а) —  $K_H \approx 1$ ,  $\blacklozenge$  —  $K_H=1,055$



б) —  $K_H = 3,475$ ;  $\blacklozenge$  —  $K_H=2,93$



в) —  $K_H = 6,45$ ;  $\blacklozenge$  —  $K_H=4,6$

Рис. 8. Сравнение профилей скорости:

$Re = 10,5 \cdot 10^4$ , — численное моделирование;  
 $\blacklozenge$  — эксперимент

Средняя погрешность по профилю достигает величины 37%. Вероятно это связано с тем, что в расчетном профиле формирующаяся за генератором возмущений пристенная зона обратных токов не успевает замыкаться до входного сечения преддиффузора и обуславливает оттеснение определенной массы потока в верхнюю половину канала. В результате среднерасходная по верхнему каналу скорость потока больше эмпирических значений на 42,6%. Это подтверждается наличием локального максимума на относительной высоте 0,17, не наблюдаемого в опыте. Остальные профили хорошо коррелируют между собой во всем исследованном диапазоне чисел Рейнольдса и вносимых генератором возмущений искажений профиля скорости, характеризующихся коэффициентами несимметричности.

Результаты продувок диффузора с генераторами неравномерности, формирующими отличный от симметричного относительно оси канала профиля скорости на входе, показали, что коэффициент гидравлических потерь увеличивается с ростом  $K$ .

Результаты экспериментальных исследований влияния несимметричности профиля скорости на входе в преддиффузор и интенсивности турбулентных пульсаций потока на коэффициент гидравлических потерь в диффузоре представлены на рис. 9-11. Характерным моментом для всех полученных зависимостей является наличие минимума гидравлических потерь при равномерном профиле скорости на входе вне зависимости от интенсивности турбулентности набегающего потока.

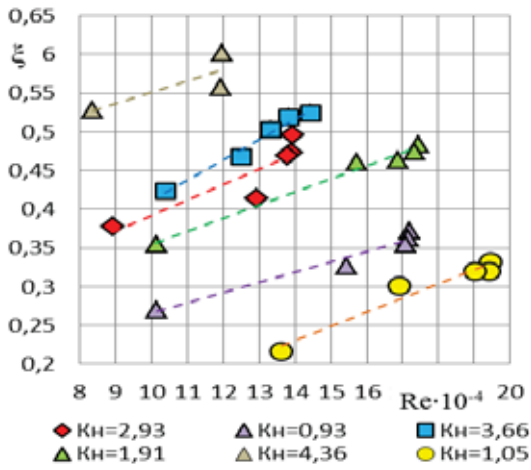


Рис. 9. Зависимость коэффициента гидравлических потерь  $\xi$  от числа  $Re$

Следует отметить, что при увеличении числа Рейнольдса наблюдается монотонное увеличение  $\xi$  в диапазоне  $10^5 < Re < 2 \cdot 10^5$  по линейной зависимости в среднем от 30 до 55% при различной интенсивности турбулентности набегающего потока, причем максимальным значениям интенсивности турбулентности  $\varepsilon > 1,6$  соответствует максимум гидротерь.

Результаты опытных исследований показали, что любое искажение профиля скорости на входе в преддиффузор, как в область  $K < 1$ , так и в область  $K > 1$ , приводит к увеличению коэффициента потерь относительно его значений в случае симметричного профиля при прочих равных условиях ( $Re, \varepsilon = \text{const}$ ). Приведенные зависимости позволяют сделать вывод, что с увеличением

коэффициента несимметричности наблюдается заметный рост гидравлического сопротивления в среднем на 50% и более при изменении  $1 < K < 4,36$ .

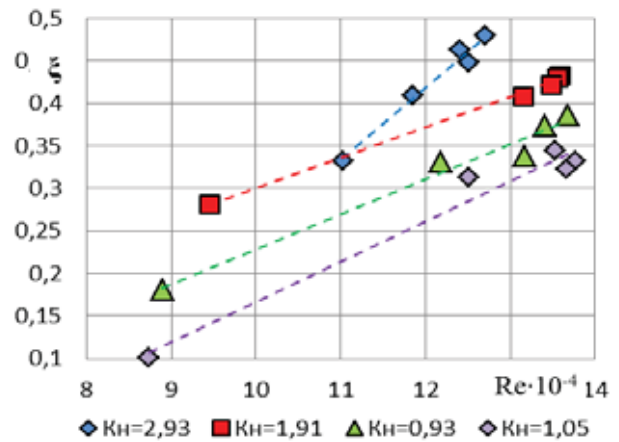


Рис. 10. Зависимость коэффициента гидравлических потерь  $\xi$  от числа  $Re$  ( $\varepsilon = 1,01\%$ )

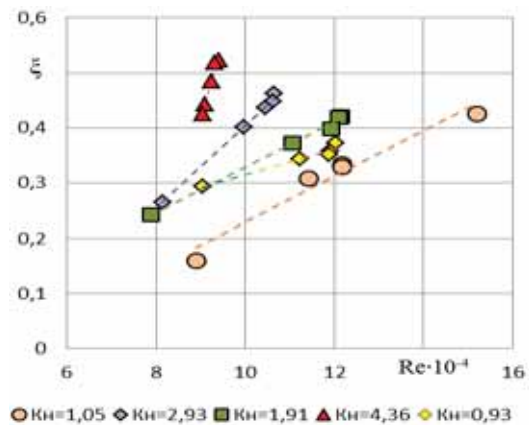


Рис. 11. Зависимость коэффициента гидравлических потерь  $\xi$  от числа  $Re$  ( $\varepsilon = 1,35\%$ )

Экспериментально влияние интенсивности турбулентности на величину гидравлических потерь исследовалось в аэродинамической трубе с прямоугольной рабочей частью (0,16 x 0,4 м).

Интересной особенностью аэродинамики отрывного диффузора является то, что увеличение интенсивности турбулентности на входе сопровождается увеличением тангенса угла наклона прямых  $\xi = f(Re)$  во всем исследуемом диапазоне несимметричности  $0,93 < K < 4,36$ . Подобный характер роста тангенса угла наклона функции  $\xi = f(Re)$  имеет место при увеличении значения  $K$  в случае  $\varepsilon = \text{const}$  (рис. 9). Кроме того, полученные эмпирические данные позволяют выявить условие возникновения критического роста гидравлического сопротивления с

увеличением интенсивности турбулентности  $\varepsilon \geq 1,35\%$  для значений коэффициента несимметричности входного профиля скорости  $K \geq 2,93$  (рис. 9-11). Вероятно, это обусловлено потерей устойчивости течения из-за критической смены режимов течения в результате стационарного колебания отрывной зоны за генератором несимметричности потока либо действия пространственного отрыва потока от стенок диффузора.

Для проведения экспериментальных исследований по влиянию интенсивности турбулентности изготовлены турбулизирующие сетки, генерирующие разную интенсивность турбулентности.

Турбулентное движение связано с наличием двух потоков, наложенных друг на друга - некоторого «среднего» потока и пульсационного потока. Пульсационный поток характеризуется тем, что его частицы движутся со скоростями, имеющими самое различное направление, несовпадающее с направлением потока. Количественная оценка степени турбулентности потоков осуществлялась при помощи безразмерного коэффициента, представляющего собой отношение квадратного корня из средних квадратичных пульсационных скоростей к осредненной скорости  $\varepsilon$  - степени турбулентности. Измерения пульсаций скорости производились с помощью датчика замера турбулентных пульсаций скорости – термоанемометра Testo 345, фиксирующего отклонение скорости от средней (пульсационную скорость  $\Delta W$ ) и позволяющего определить степень турбулентности  $\varepsilon = (\sqrt{\Delta W^2} / W_{cp}) \cdot 100\%$ , где осреднение скорости проводится по

$$\sqrt{\Delta \bar{W}^2} = \sqrt{\frac{1}{2\tau} \int_{t_0-\tau}^{t_0+\tau} \Delta W^2 dt}$$

Предполагалось, что выходящий турбулентный поток изотропный. Датчик приема пульсаций скорости представляет собой нагреваемую нить определенного термосопротивления. В турбулентный поток воздуха помещаем нагретую нить, при этом отводимый от нее тепловой поток испытывает колебания турбулентных пульсаций.

Масштаб турбулентности, генерируемый решетками, зависит от размера ячейки, толщины нитки, и считается определяющим масштабом турбулентности потока на входе в диффузор. Для обоснования выбора време-

ни измерений пульсаций скорости потока на входе в диффузор были проведены предварительные эксперименты, подтверждающие выбор замера пульсаций. Исследования проводились на сетке с характерным размером  $d=1,5$  мм.

Характерной особенностью получения турбулентных характеристик является зависимость интенсивности турбулентности от некоторого физического масштаба времени (интегрального временного масштаба), характеризующего крупномасштабный период пульсаций течения в целом на фоне временного масштаба локальных случайных пульсаций термогазодинамических параметров течения. Интегральный временной масштаб представляет собой интервал времени, отсчитываемый относительно момента времени  $t_0$ , в течение которого среднее значение пульсационной составляющей скорости не изменяется.

Как показали эксперименты, времени измерения, равного 120 с, оказалось недостаточно для определения величины интегрального периода пульсаций, равного от  $t_0-\tau$  до  $t_0+\tau$ , где  $t_0$  – произвольный момент времени, характеризующийся равенством средней скорости потока и среднего значения ее пульсационной  $\bar{W} = \Delta \bar{W}'$  (рис.12).

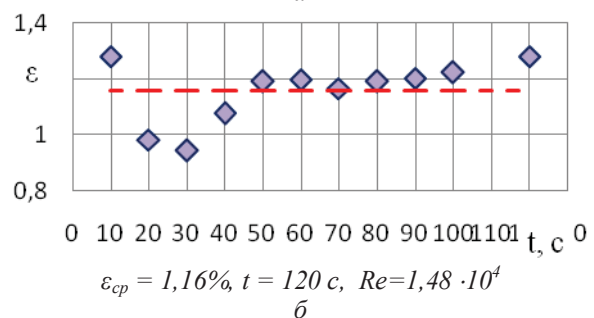
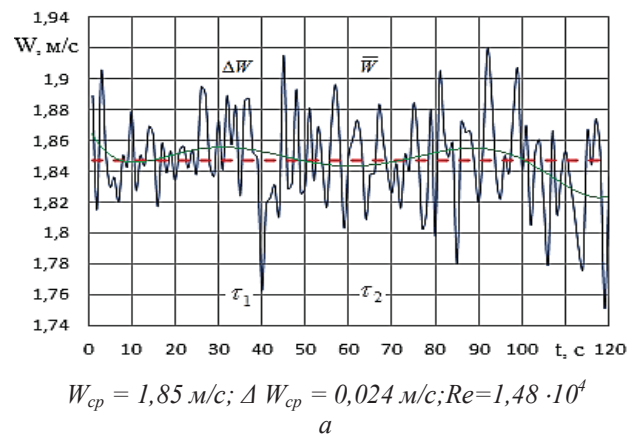


Рис.12. Зависимости пульсаций скорости(а) и интенсивности турбулентности(б) потока от времени

Поэтому время пульсационного измерения увеличено до 240с (рис. 13). В этом случае также сохраняется автомодельность величины  $\varepsilon$  в диапазоне  $50 < t < 120$  с на уровне  $\varepsilon = 1,2$ . Однако больший физический масштаб времени позволяет обеспечить условия  $\tau \approx const$  вне зависимости от выбора  $t_0$ .

Представленная на рис. 12 зависимость интенсивности турбулентных пульсаций для времени измерения 240с при числе Рейнольдса  $Re = 8,13 \cdot 10^4$  показывает, что интенсивность масштабов турбулентных пульсаций  $\tau_0$  также сохраняет постоянное значение и не зависит от  $t_0$ .

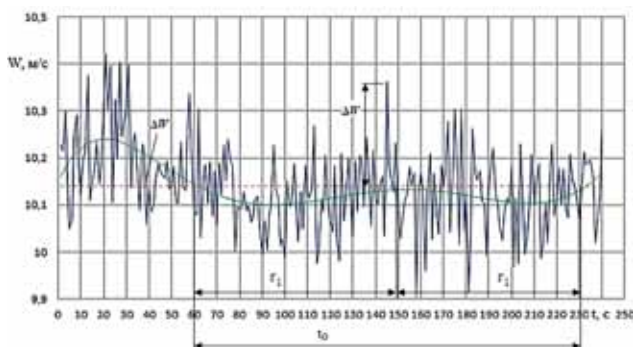


Рис.13. Зависимость пульсаций скорости потока от времени

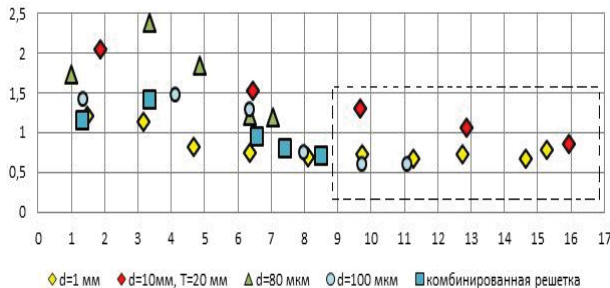


Рис.14. Зависимость интенсивности турбулентности от числа Re

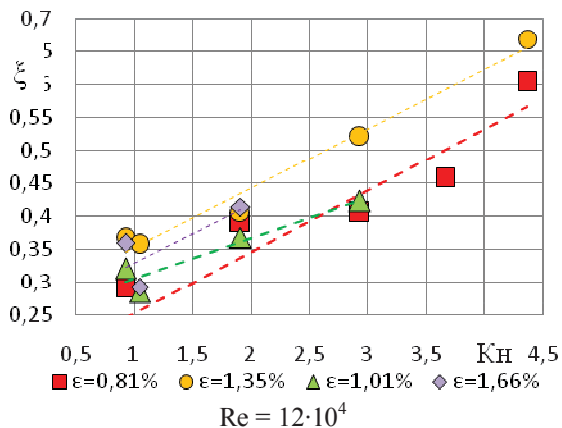


Рис.15. Зависимость коэффициента гидравлических потерь от Kn

Это свидетельствует о том, что время измерения 240с является необходимым и достаточным для определения турбулентных характеристик потока на входе в диффузор.

Окончательная проверка полученных результатов и сделанных выводов выполнена с использованием времени измерения турбулентных характеристик 480с (рис. 14,15). Увеличение времени измерения в два раза не привело к изменению интегрального временного масштаба турбулентных пульсаций скорости. Следовательно, увеличение физического времени измерения свыше 240с является нецелесообразным. Сравнительные результаты изучения генерируемого уровня турбулентности для всех исследуемых решеток имеет место в диапазоне от  $7 \cdot 10^4$  до  $16 \cdot 10^4$  (на рис. 14 пунктирный прямоугольник) с отличием по величине интенсивности турбулентности.

Характер зависимости  $\zeta(Kn)$  сохраняет линейный вид и прямые  $\zeta=f(Kn)$  эквивалентны друг другу в пределах погрешности измерения. Минимальные значения коэффициента гидравлических потерь наблюдаются в области  $Kn = 1,01$ , т.е. при равномерном относительно оси канала профиле скорости на входе. Максимальные значения гидравлических потерь соответствуют значениям  $Kn > 4,36$ .

**Вывод.** Организация структуры течения в диффузоре существенно влияет на величину его гидравлического сопротивления, особенно в случае влияния несимметричности профиля скорости и начальной турбулентности. Зависимости  $\varepsilon=f(Re)$  имеют экстремальный характер с наличием выраженного максимума в области  $3 \cdot 10^4 < Re < 4 \cdot 10^4$ , с увеличением коэффициента  $Kn$ , наблюдается заметный рост гидравлического сопротивления в среднем на 50% и более при изменении  $1 < K < 4,36$ . Критический рост гидравлического сопротивления отрывного диффузора возникает при  $\varepsilon \geq 1,35\%$  при  $K \geq 2,93$ .

Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. Пиралишвили Ш.А.



**Библиографический список**

1 Пиралишвили, Ш.А. Экспериментальное исследование отрывного диффузора камеры сгорания ГТД [Текст] / Ш.А. Пиралишвили, С.В. Веретенников, Фасил Али Гугсса // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2007. Т. 3. № 6.

2 Гурьянова, М.М. Исследование аэродинамики элементов проточной части камеры сгорания ГТД [Текст] / М.М. Гурьянова, С.В. Веретенников // Сборник докладов XVII школы-семинара молодых ученых и специалистов под руководством академика РАН А.И. Леонтьева. Издательский дом МЭИ.

2009.

3 Гурьянова, М.М. Аэродинамика камеры сгорания с отрывным диффузором [Текст] / М.М. Гурьянова, Ш.А. Пиралишвили, С.В. Веретенников // Авиакосмическое приборостроение.-2009.-№ 11.-С. 1-7.

4 Пиралишвили, Ш.А. Исследование влияния режимных и геометрических параметров на характеристики отрывного диффузора камеры сгорания [Текст] / Ш.А. Пиралишвили, С.В. Веретенников, Фасил Али Гугсса // Проблемы и перспективы развития двигателестроения: мат-лы Международной научно-технической конференции. - Самара: СГАУ, 2006. Т.1.

**EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF TURBULENCE OF INFLUENCE OF THE COMPRESSOR'S OUT FLOW PARAMETERS ON THE HYDRAULICS PARAMETERS RESISTANCE OF SEPARATION DIFFUSER OF COMBUSTION CHAMBER**

© 2011 M. M. Guryanova

Rybinsk state academy of aviation technology named after P.A. Solovyev

It is presented the results of investigation of combustion chamber's gasdynamics. It's obtained criteria equations to perform an optimization of its parameters relatively to minimal hydraulically losses on the stage of diffusion's designing.

*Separation diffuser, hydraulic losses, the uneven flow, GTE, gas dynamics.*

**Информация об авторах**

**Гурьянова Марина Михайловна**, старший преподаватель кафедры общей и технической физики Рыбинской государственной авиационной технологической академии. E-mail: [mia27w@list.ru](mailto:mia27w@list.ru). Область научных интересов: отрывной диффузор, газовая динамика, турбулентность.

**Guryanova Marina Michailovna**, senior Lecturer of «General and Technical Physics» department of Rybinsk state academy of aviation technology named after P.A. Solovyev. E-mail: [mia27w@list.ru](mailto:mia27w@list.ru). Area of research: cone channels, fluid dynamics, turbulence.