

Ахмедзянов Д. А., Кишалов А. Е., Козловская А. Б.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ВЫХЛОПНОЙ СИСТЕМЫ ГАЗОТУРБИННОГО ПРИВОДА В СИМДВИГWP

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2009/6/3.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2009. № 6 (25). С. 12-17. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2009/6/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

Варьируемые параметры	Поддерживаемые параметры
$\pi^*_{к}$ (степень сжатия в компрессоре)	KN=1
Gв пр (массовый расход воздуха через ВУ)	Fс кр (площадь критического сечения сопла)
Gт Σ (суммарный расход топлива)	пк (частота вращения компрессора)

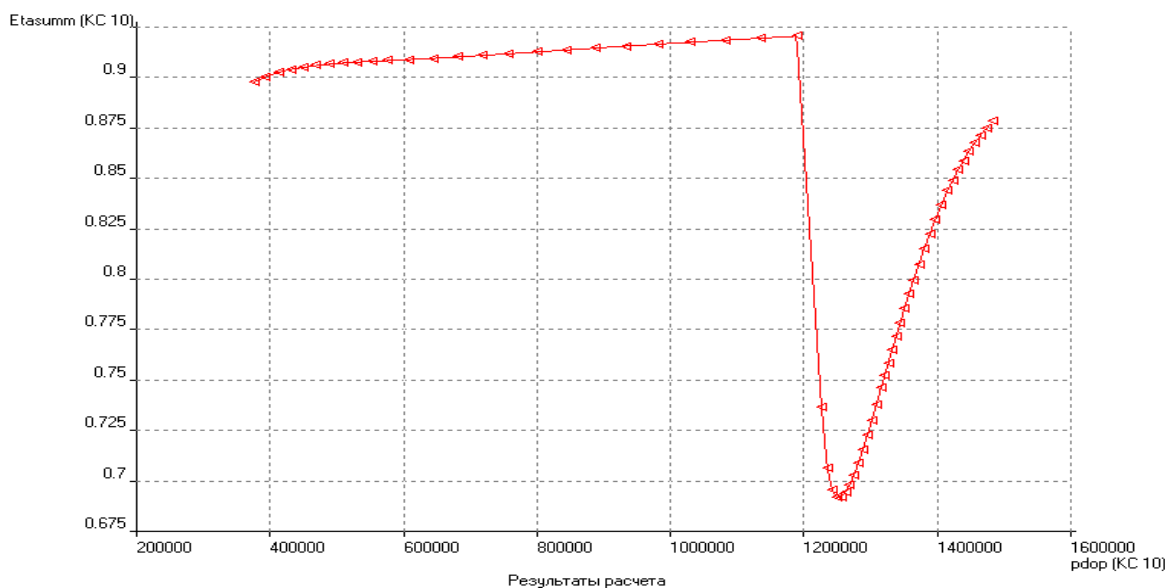


Рис. 3. Зависимость среднемаховой полноты сгорания топлива от давления топлива перед распределительным клапаном (моделирование в Dvigwr)

Данные результаты показали сходимость с результатами расчета полученными в Maple, что доказывает наличие области падения среднемаховой полноты сгорания топлива по жаровым трубам во время заполнения основного контура двухконтурной форсунки (точка открытия соответствует давлению перед РК равному 12 атм.).

На данном этапе исследования показана возможность моделирования рабочих процессов ГТД при неравномерном распределении топлива по топливному коллектору в СИМ Dvigwr. Работы по исследованию влияния падения качества распыла топлива двухконтурной форсункой в процессе заполнения основного топливного коллектора рабочим процессом ГТД продолжают. Задачами дальнейшего исследования являются: 1) исследование температурных режимов по различным жаровым трубам; 2) исследование парциального характера работы турбины; 3) выработка рекомендаций по снижению эффекта падения среднемаховой полноты сгорания топлива на дроссельных режимах по частоте вращения и при малых давлениях воздуха на входе в двигатель.

Список использованной литературы

1. Ахмедзянов Д. А., Ахметов Ю. М., Хохлова Ю. А., Михайлов А. Е. Исследование изменения параметров работы камеры сгорания в процессе заполнения основного контура двухконтурной форсунки // Вестник УГАТУ. Уфа, 2008. Т. 11. № 2 (28).
2. Ахмедзянов Д. А., Горюнов И. М., Кривошеев И. А. и др. Термогазодинамический анализ рабочих процессов ГТД в компьютерной среде DVIGw. Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2003. 162 с.
3. Исследование рабочего процесса в камерах сгорания газотурбинных двигателей: сборник статей. М.: Машиностроение, 1964. 81 с.
4. Лефевр А. Процессы в камерах сгорания ГТД. М.: Мир, 1986. 566 с.
5. Леонтьев В. Н., Сиротин С. А., Теверовский А. М. Испытание авиационных двигателей и их агрегатов. М.: Машиностроение, 1976. 216 с.

Работа выполнена в рамках гранта МД-256.2008.8.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ВЫХЛОПНОЙ СИСТЕМЫ ГАЗОТУРБИННОГО ПРИВОДА В СИМ DVIGWP

Ахмедзянов Д. А., Кишалов А. Е., Козловская А. Б.
ГОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»

В настоящее время всё большее распространение получают энергоустановки на базе газотурбинных двигателей. Эти установки используются как для получения электроэнергии, так и для получения тепла. Для этого за двигателем устанавливается свободная турбина (приводящая во вращение электрогенератор), котёл-утилизатор (утилизирующий тепло выходящих газов). С целью регулирования работы котла-утилизатора

установленного на выходе из ГТП и на режимах запуска, используют байпасный канал, через который частично или полностью перепускают выхлопные газы. Регулирование происходит при помощи ряда створок, перекрывающих котёл-утилизатор и байпасный канал (Рис. 1).

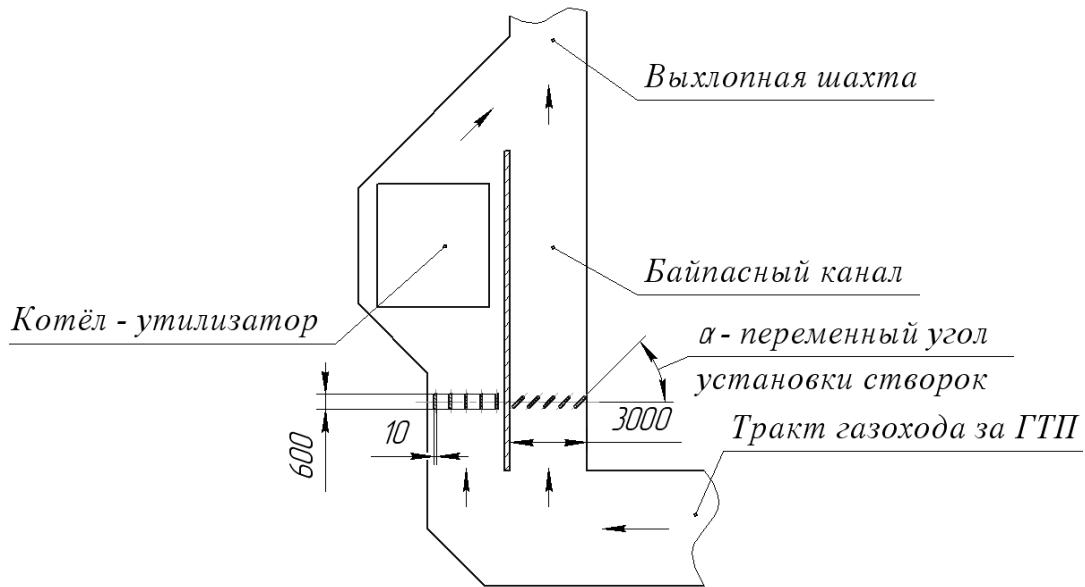


Рис. 1. Схема выхлопной шахты ГТП

При проектировании ГТП, для создания программы регулирования, необходимо знать расходы воздуха, проходящего через котёл-утилизатор и нагрузки от газовых сил, действующие на створки канала (для проектирования самих створок). Кроме того, при переключении створок, при изменении режимов работы котла-утилизатора, в несколько раз изменяется сопротивление выходного тракта ГТП, что негативно сказывается на работе газогенератора. Авторами реализована методика моделирования переходных процессов, происходящих в ГТП совместно с выхлопным трактом.

Целью выполненных расчётов является моделирование работы энергоустановки и выхлопной системы ГТП, исследование течения в канале между створками, определение расходов воздуха через каналы, определение перепада давления на створках байпасного канала, выхлопного тракта ГТП.

В СИМ DVIgwr [1] энергоустановка представляет собой структурированный набор из моделей основных узлов двигателя. Элементы выхлопной шахты также представлены в виде набора модулей: улитка, створки котла-утилизатора, створки байпасного канала, котёл-утилизатор, байпасный канал, выхлопная шахта. Для моделирования работы энергоустановки совместно с выхлопным трактом в СИМ DVIgwr были добавлены модели данных элементов выхлопной шахты.

Модель типичной энергоустановки совместно с элементами выходной шахты в СИМ DVIgwr представлена на Рисунке 2.

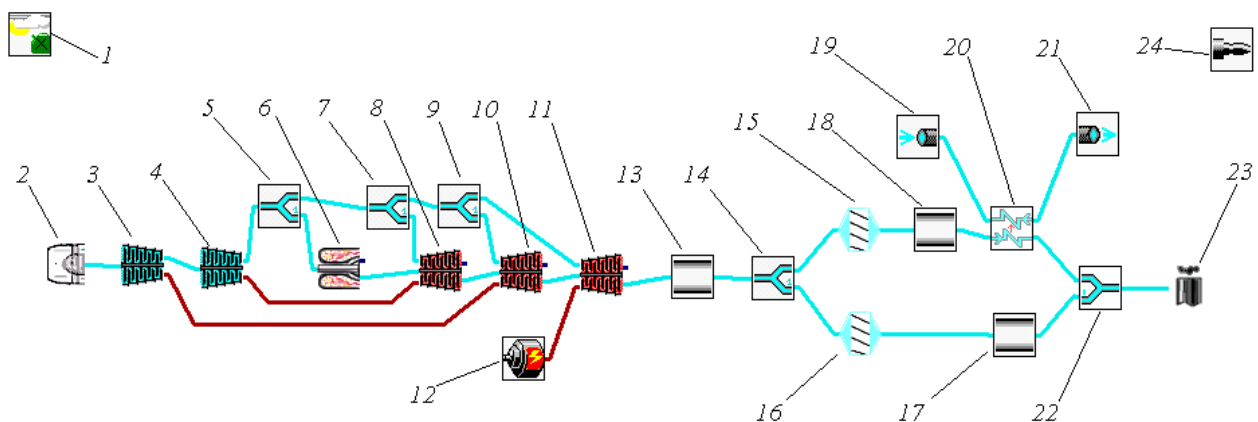


Рис. 2. Топологическая модель ГТП совместно с элементами выходной шахты, где 1 - начальные условия; 2 - входное устройство; 3 - КНД; 4 - КВД; 5 - отбор газа 1; 6 - камера сгорания; 7 - отбор газа 2; 8 - ТВД; 9 - отбор газа 3; 10 - ТНД; 11 - свободная турбина; 12 - генератор; 13 - канал (улитка); 14 - распределение газа между котлом-утилизатором и байпасным каналом; 15 - створки котла-утилизатора; 16 - створки байпасного канала; 17 - байпасный канал; 18 - канал котла-утилизатора; 19 - вход пара в котёл-утилизатор; 20 - котёл-утилизатор; 21 - выход пара из котла-утилизатора; 22 - смеситель потоков; 23 - выхлопная шахта; 24 - общие результаты

Модули «Канал» (Улитка), «Байпасный канал», «Котёл-утилизатор», «Выхлопная шахта» содержат алгоритмы расчёта потерь полного давления в зависимости от параметров потока на входе и коэффициента гидравлического сопротивления. При этом алгоритм модуля «Створки» позволяет использовать экспериментально полученную характеристику коэффициента гидравлического сопротивления в зависимости от угла установки створок или рассчитывать коэффициент гидравлического сопротивления в зависимости от угла установки створок по методике [2].

Закон расчёта данной модели в СИМ DVIGwp приведен в Таблице 1.

Таблица 1

Варируется	Поддерживается	Табулируется
Расход воздуха через ГТП	Давление на выходе из выхлопной шахты (равное атмосферному)	Время переходного процесса, с
Степень повышения давления КНД	Пропускная способность ТНД	
Степень повышения давления КВД	Пропускная способность ТВД	
Температура на выходе из камеры сгорания	Частота вращения вала генератора (равная 3000 об/мин)	
Степень распределения газа между котлом-утилизатором и байпасным каналом	Отношение давлений на выходе из котла-утилизатора и байпасным каналом (равное 1)	
Мощность генератора	Пропускная способность свободной турбины	

Перекладка угла установки створок байпасного канала и котла-утилизатора будут инициализировать переходный процесс: изменение противодавления на выходе из свободной турбины изменит частоту вращения свободной турбины и, соответственно, генератора. Автоматика ГТП изменит расход топлива в камере сгорания для ликвидации изменения частоты вращения. При определённом сочетании атмосферных условий (например, $+40^{\circ}\text{C}$), положения створок и режима нагружения генератора, температура в камере сгорания может достичь своего максимума - возникнут проблемы с работой САУ ГТП.

На Рис. 3, 7 представлены результаты моделирования перекладки (закрытия) створок байпасного канала при полностью открытых створках котла-утилизатора.

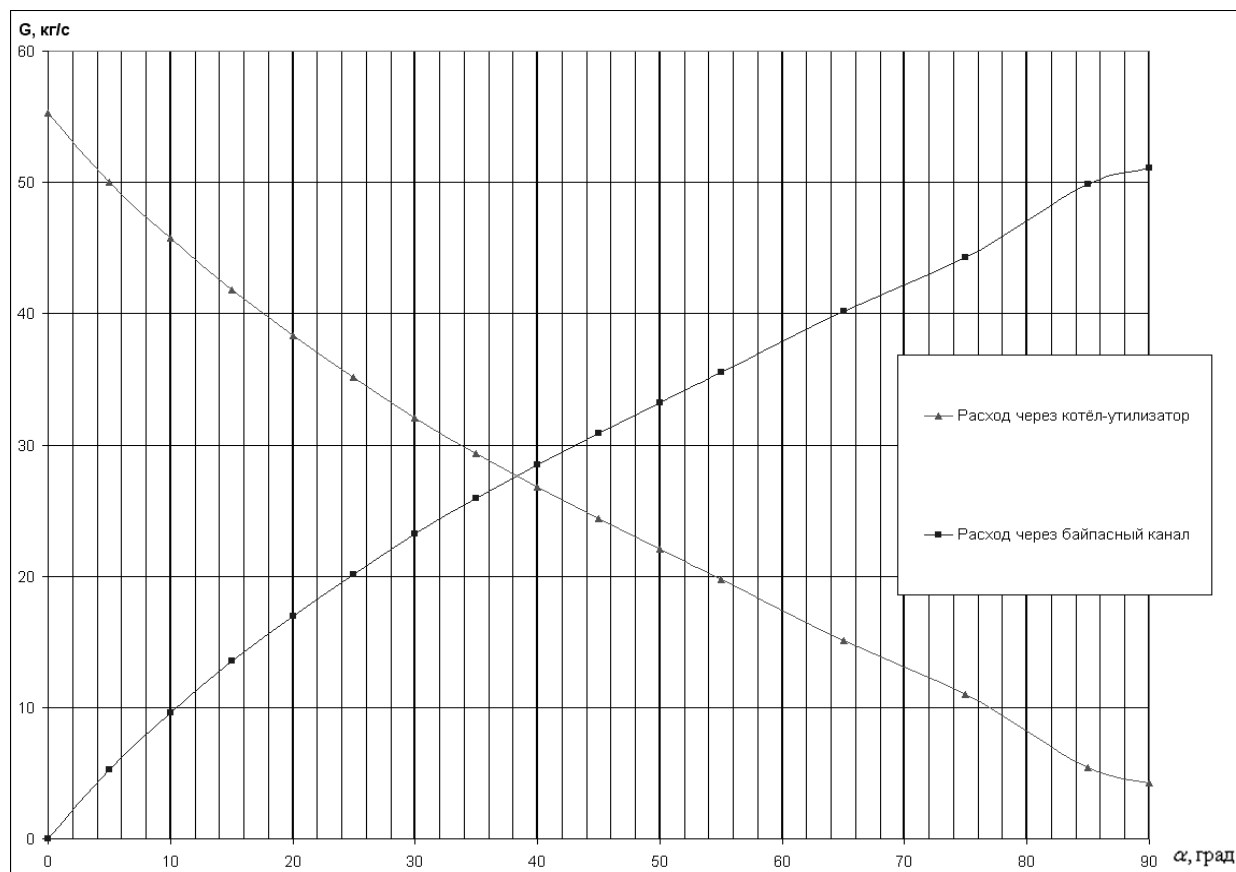


Рис. 3. Расходы газа через котёл-утилизатор и байпасный канал в зависимости от угла установки створок байпасного канала (моделирование в СИМ DVIGwp)

В связи с тем, что алгоритм расчёта коэффициента гидравлического сопротивления в зависимости от угла установки створок, заложенный в модуль «Створки» не учитывает всех индивидуальных особенностей створок (а, следовательно, даёт погрешность расчёта), а экспериментальное определение данной характеристики излишне дорогостояще, предложен способ расчёта данной характеристики в программном комплексе ANSYS 11.0 CFX.

Для исследования течения между створками и определения коэффициента гидравлического сопротивления на створках байпасного канала выхлопной шахты на различных углах установки створок, построены расчётные модели для расчётов в программном комплексе 3-D численного моделирования ANSYS 11.0 CFX. Пример модели с углом установки створок 45° приведён на Рис. 4.

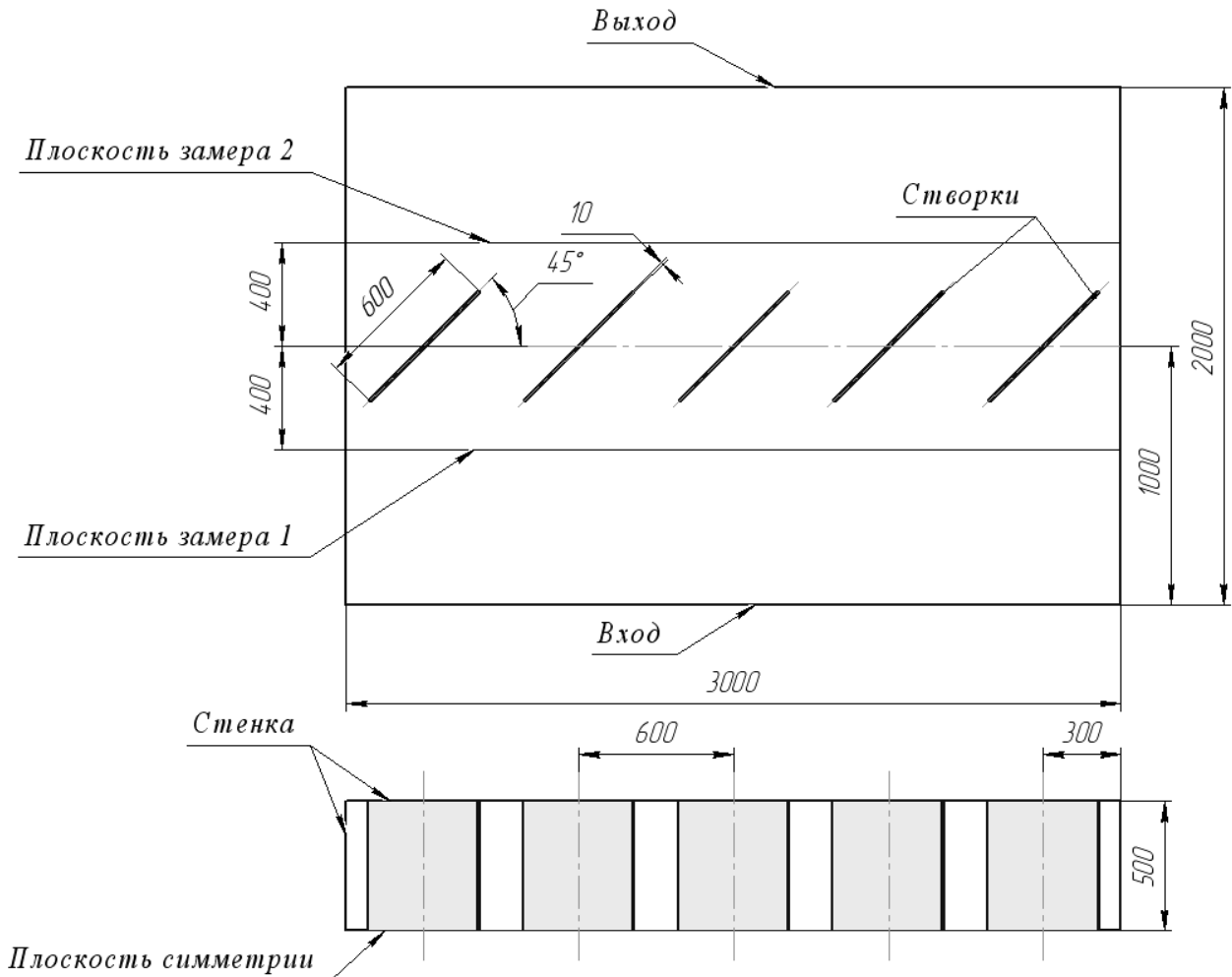


Рис. 4. Модель для расчёта в программном комплексе для 3-D численного моделирования ANSYS 11.0 CFX с углом установки створок 45° относительно фронта решётки

На Рис. 5 показан результат построения сетки. Количество элементов данной модели: 1 152 594.

Замеры полного давления производились на плоскостях замера 1 и 2 (Рис. 4).

Осреднение давления по расходу проводится по формуле:

$$P^* = \frac{1}{G} \int P_i^* dG \quad (1)$$

Осреднение давления по площади проводится по формуле:

$$P^* = \frac{1}{F} \int P_i^* dF \quad (2)$$

С целью уменьшения времени расчёта, расчёты в программном комплексе ANSYS 11.0 CFX проводятся на половине модели, используется граничное условие симметрии.

Результаты расчёта модели с углом 45° представлены на Рисунке 6. Результаты расчётов моделей с другими углами подобны результатам расчёта модели с углом 45° .

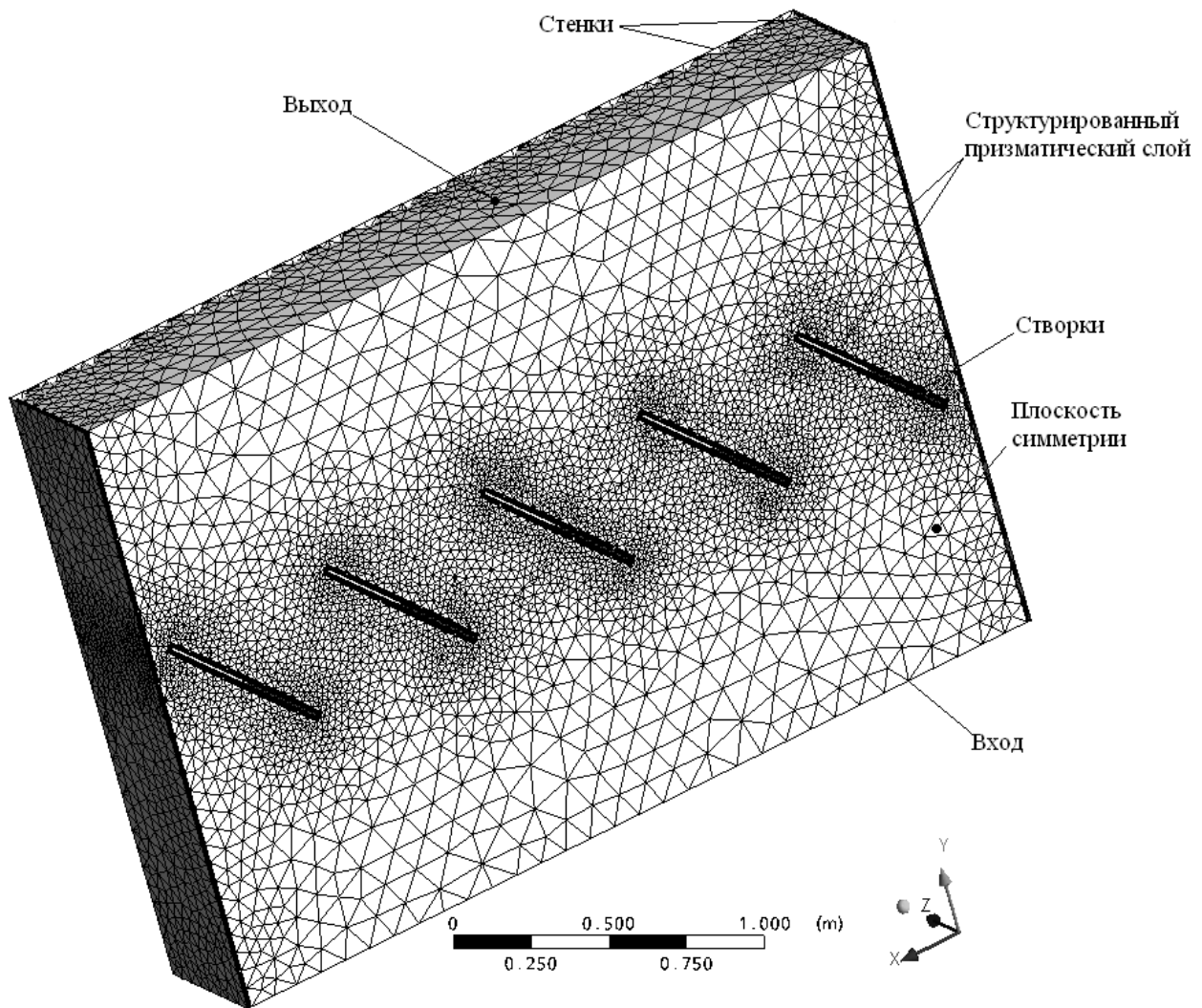


Рис. 5. Расчётная сетка, построенная на модели с углом установки створок 45° относительно фронта решётки

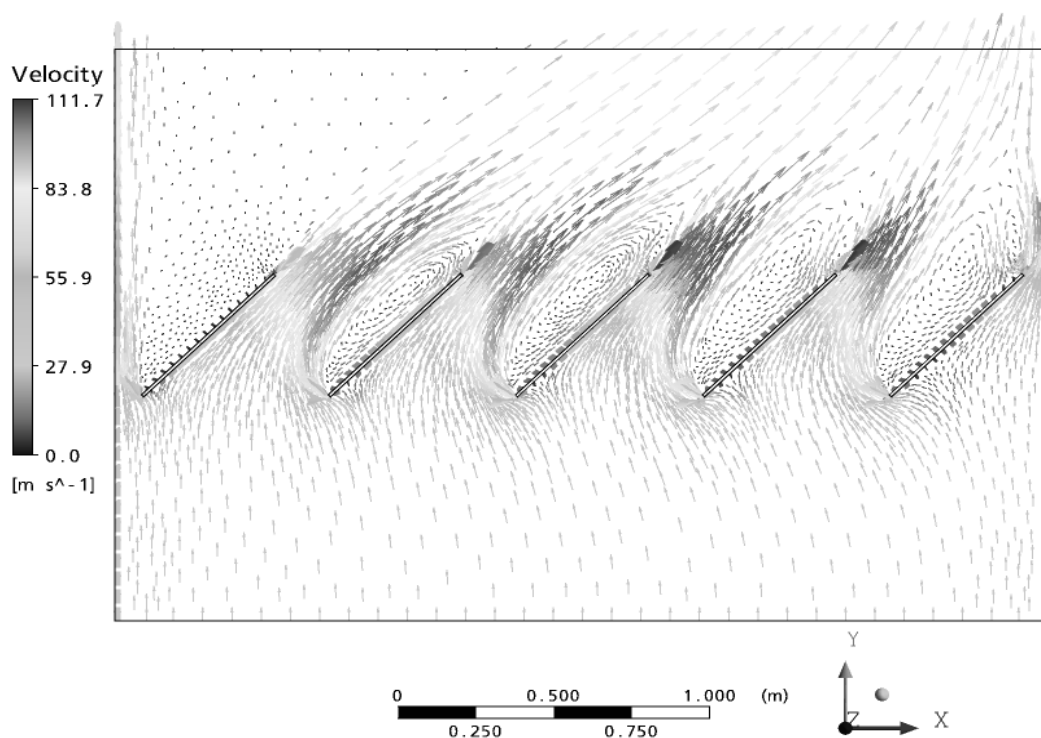


Рис. 6. Вектора скоростей на плоскости симметрии

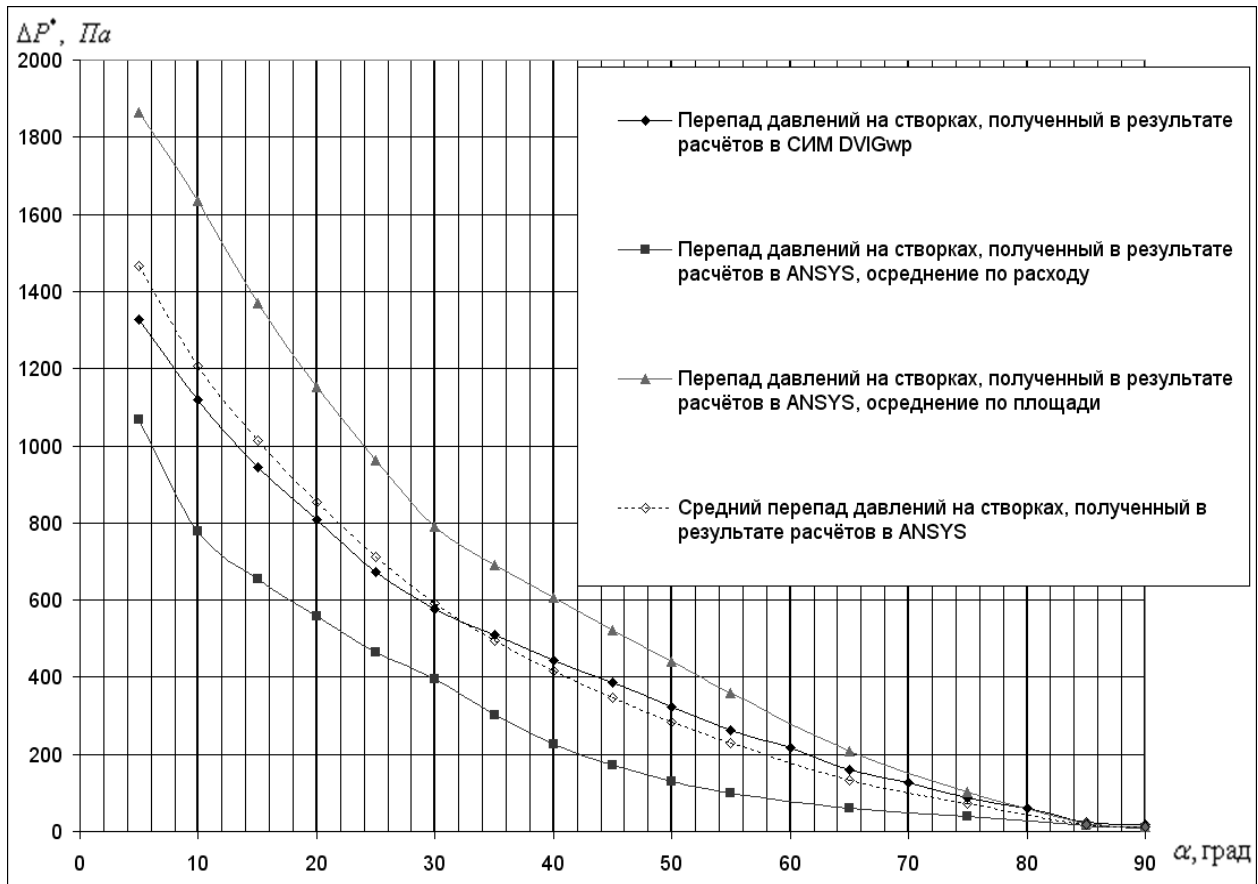


Рис. 7. Перепад давления на створках в зависимости от угла установки створок байпасного канала в СИМ DVIGwr и ANSYS 11.0 CFX

Полученную зависимость расходов воздуха в системе котёл-утилизатор - байпасный канал рекомендуется использовать при создании автоматики регулирования котла-утилизатора. Она даёт возможность регулировать нагрев котла-утилизатора и, соответственно, количество тепла, передаваемого потребителю.

Доработка СИМ DVIGwr позволила проводить моделирование ГТП и его выхлопной системы, исследовать течения в канале между створками, определять расходы воздуха через каналы, определять перепады давления на створках байпасного канала, использовать результаты 3D численного моделирования.

Доработка СИМ DVIGwr позволила проводить моделирование двигателя ГТП совместно с его выхлопной системой, определять расходы воздуха через каналы в зависимости от положения створок байпасного канала и котла-утилизатора, определять перепады давления на створках каналов. 3D численное моделирование в программном комплексе ANSYS 11.0 CFX позволило исследовать течение в каналах между створками, уточнить расчёт индивидуальных характеристик створок каналов.

Список использованной литературы

1. Ахмедзянов Д. А., Кривошеев И. А. и др. Термогазодинамический анализ рабочих процессов ГТД в компьютерной среде DVIGwr. Уфа: УГАТУ, 2003. 162 с.
2. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / под ред. М. О. Штейнберга. М.: Машиностроение, 1992. 3-е изд., перераб. и доп. 672 с.

ПОЛУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ ОСЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ

Ахмедзянов Д. А., Козловская А. Б.
Уфимский государственный авиационный технический университет

Расчет характеристик многоступенчатых осевых компрессоров представляет одну из наиболее трудных проблем, с которой приходится встречаться при их проектировании.

В настоящее время характеристики компрессоров получают различными способами. Наиболее надёжный и точный способ их определения - по результатам испытания на специальных стендах. Недостатками этого метода являются: необходимость специального оборудования (испытательные стенды, мультипликаторы), большие затраты энергии (для привода компрессора необходима мощность), необходимость иметь готовый компрессор (или его уменьшенную модель, которая в конечном итоге также даёт погрешность в связи с из-