

ДОВОДКА ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ЖАРОВОЙ ТРУБЫ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ МГТУ С ВЫНОСНЫМИ ГОРЕЛОЧНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Ястребов В.В.¹, Чигищев В.Д.¹, Старостин Д.А.¹, Комисар Ю.В.¹, Зубрилин И.А.¹

¹Самарский университет, Самара, seva.yastrebov@yandex.ru

Ключевые слова: камера сгорания, малоразмерный ГТД, энергетические установки, CFD, численное моделирование.

Одной из тенденций развития распределенной энергетики является разработка газотурбинных электростанций в диапазоне генерации 50-250 кВт. Прогнозируется, что использование новейших технологий производства и проектирования приведет к получению малоразмерных газотурбинных приводов для электростанций, которые будут соответствовать перспективным экологическим нормам, иметь большую энергопроизводительность, надежность, долговечность и будут более экономичными в применении, чем существующие на рынке в настоящее время. Дальнейшее распространение подобных установок может быть также связано с их способностью работать на разнообразных видах топлива, включая природный газ, дизель, водород, биотопливо, нефтяной и свалочные газы. Поэтому исследования в этой области приобретают еще большее значение. Более того, несмотря на растущий спрос на МГТД, в нашей стране установки данного класса являются недостаточно проработанными и, как следствие, практически отсутствуют на рынке [1].

В ходе проекта по созданию жаровой трубы и форкамеры для камеры сгорания МГТУ мощностью 75 кВт с наличием теплообменника с использованием сформированного аналитического решения и полученных статистических зависимостях [2], было рассчитано 15 вариантов камеры сгорания малоразмерного газотурбинного двигателя. После расчётов была сформирована необходимая геометрия для поддержания стабильного горения на номинальном режиме работы. Повышенная температура входящего воздуха после рекуператора, $T_k = 770$ °К также затрудняет создание системы охлаждения стенок жаровой трубы КС МГТУ, и как следствие, полученная система охлаждения жаровой трубы имела недостаточную эффективность и не обеспечивала необходимую температуру стенок жаровой трубы, которая была принята для сплава ВЖ159 = 1000°С, температура, полученная при расчётах, превысила допустимую на 500°.

Для решения данной проблемы было предложено несколько вариантов модификации системы охлаждения: а) добавление в конструкцию карманов воздушного охлаждения, б) изменение наклона отверстий системы охлаждения к оси камеры сгорания, в) изменение наклона отверстий тангенциально к оси камеры сгорания, г) комбинированная схема изменение наклона отверстий для создания закрученного потока, д) добавление карманов воздушного охлаждения в конструкции с изменённым углом наклона отверстий системы охлаждения.

В пакете вычислительной гидрогазодинамики в трёхмерной постановке было рассчитано несколько десятков конструктивных вариантов системы охлаждения при сохранении геометрии жаровой трубы неизменной. Было получено, что добавление воздушных карманов недостаточно снижает максимальную температуру стенки и сильно усложняет производство жаровой трубы. Изменение угла наклона к оси камеры сгорания не дало требуемого результата по причине отсутствия отверстий непосредственно на выходе из камеры сгорания, что создавало перегретую зону. Изменение угла тангенциально к оси жаровой трубы позволило обеспечить закрутку потока и достичь допустимой температуры стенки ЖТ, однако вызвало понижение полноты с 99% до 80% из-за непостоянного подвода воздуха к непрореагировавшей смеси и локального снижения температуры стенки. Комбинированное изменение наклона позволило достичь допустимой температуры ЖТ при сохранении необходимой полноты сгорания, по этой причине было решено отказаться от конструкций с добавлением карманов воздушного охлаждения с изменённым углом наклона

отверстий системы охлаждения из-за излишнего усложнения геометрии, несмотря на её эффективность.

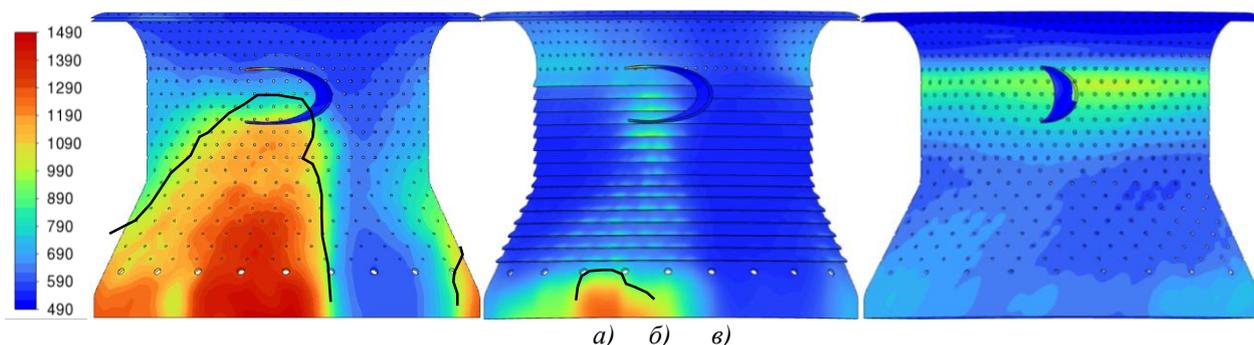


Рисунок 1 – Контура температуры стенок конструктивных вариантов конструкции системы охлаждения ЖТ:

а) начального, б) с добавлением карманов воздушного охлаждения и в) с комбинированным изменением наклона отверстий в градусах Цельсия. Линией выделена зона избыточных температур

После расчетов было получено, что уменьшение максимальной неравномерности температурного поля на стенках при использовании комбинированного изменения угла наклона охлаждающих отверстий достигается путём закрутки потока вокруг оси жаровой трубы, и как следствие уменьшение процентного отношения горячего потока, попадающего на стенки жаровой трубы, создание эффективной пелены охлаждения при сохранении непрерывного подвода воздуха к ещё непрореагировавшей смеси, что способствует сохранению необходимой полноты сгорания.

Список литературы

1. Викулов, О.В Газовые микротурбины как перспективный продукт конверсии военного двигателестроения [Текст] / О.В. Викулов, Ю.Л. Рыбаков / Инноватика и экспертиза – 2021 – Вып. 1 (31) – С 160-167
2. Ланский, А.М. Рабочий процесс камер сгорания малоразмерных ГТД [Текст] / А.М. Ланский, С.В. Лукачёв, С.Г. Матеев, О.В. Коломзаров, С.С. Матеев – Самара : Самарский университет, 2016. 259 с

Сведения об авторах

Ястребов В.В., студент 2-го курса магистратуры, Область научных интересов: численное моделирование процессов горения в КС МГТД

Чигишев В.Д., студент 1-го курса аспирантуры, Область научных интересов: численное моделирование процессов горения в КС МГТД

Старостин Д.А., студент 1-го курса аспирантуры, Область научных интересов: численное моделирование процессов горения в КС МГТД

Комисар Ю.В., студент 2-го курса аспирантуры, Область научных интересов: численное моделирование процессов горения в КС МГТД

Зубрилин И.А. к.т.н., доцент кафедры теплотехники и тепловых двигателей. Область научных интересов: численное моделирование эмиссионных характеристик КС ГТД.

OPTIMIZATION OF THE THERMAL CONDITION OF THE FLAME TUBE OF THE MGTU COMBUSTION CHAMBER WITH EXTERNAL BURNERS

Iastrebov V.V., Chigischev V.D., Starostin D.A., Komisar U.V., Zubrilin I.A.

Samara National Research University, Samara, Russia, seva.yastrebov@yandex.ru

Keywords: combustion chamber, small-sized GTE, power plants, CFD, numerical simulation.

The article presents the design stages of the MSTU flame tube cooling system. An overview of installations that are close in power and layout is presented.

Numerical modelling of combustion processes in various variants of a flame tube cooling system and comparison of the received results is carried out.

A combination orifice angle change system was selected.