

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ПЛАМЕНИ В КАМЕРАХ СГОРАНИЯ ГТД В ВЫСОТНЫХ УСЛОВИЯХ

Валиев Т. Р., Лапин Д. А.

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева, г. Казань, Татарстан, Россия

Преобразование химической энергии в тепловую, механическую и другие виды энергии путем сжигания разнообразных топлив является основным направлением в современной энергетике. Поэтому интерес к этой проблеме остается высоким как с точки зрения повышения эффективности различных энергетических и силовых установок, так и с позиций охраны окружающей среды от влияния вредных выбросов. Не менее важное значение эта проблема имеет в газотурбинных двигателях, являющихся основной силовой установкой в авиации, а также при их наземном применении в различных областях промышленности. За последние десять лет существенно повысились экономичность газотурбинного двигателя (ГТД) и их экологические характеристики, определяемые совершенством отдельных узлов и, в частности, камерой сгорания.

Камера сгорания предназначена для преобразования химической энергии топлива в тепловую энергию путем его непрерывного сжигания в потоке воздуха. Рабочий процесс в камере сгорания представляет собой совокупность процессов подготовки топливовоздушной смеси, ее непрерывного поджигания и собственно горения.

При этом наиболее существенными являются следующие особенности рабочего процесса:

- характер взаимного распределения подачи воздуха и топлива по длине жаровой трубы;
- способ организации циркуляционного течения в первичной зоне камеры сгорания;
- тип топливоподающего устройства: центробежная форсунка, топливовоздушная форсунка, предкамера (испаритель).

Несмотря на большое разнообразие конструктивного исполнения, и параметров рабочего процесса камер сгорания, в основе их работы лежат самые общие принципы: разделение камеры сгорания на зону горения и зону смешения.

Это обусловлено тем, что температура газов перед турбиной достигает значений

$$T_{\phi}^{\square} = 1600 - 1800\text{K} \text{ (по условию прочности материалов деталей ее проточной части).}$$

Поскольку при таких условиях становится невозможно качественно организовать процесс горения ни одного вида топлива, то для собственно горения топлива необходимо выделить только часть воздуха, проходящего через камеру сгорания (первичный воздух), обеспечивая условия образования реакционно-способной смеси и высокую температуру процесса. На практике между первичной зоной горения и зоной разбавления часто предусматривают так называемую промежуточную зону, предназначенную для дожигания не прореагировавших компонентов. Это достигается путем локального подвода дополнительного количества воздуха в эту зону.

Оставшаяся часть воздуха (вторичный воздух), минуя зону горения через ряды отверстий, поступает в зону смешения, где, смешиваясь с продуктами сгорания, обеспечивает заданный уровень температуры газов перед турбиной и идет на охлаждение стенок жаровой трубы.

Скорость потока на входе в камеры сгорания достигает нескольких десятков, а

иногда и сотен метров в секунду. Скорость распространения пламени при сгорании обычных углеводородных топлив в тех же условиях существенно меньше и составляет, как правило, метры или десятки метров в секунду. Следовательно, если в камере отсутствует постоянный источник поджигания, то не может существовать и стационарный факел пламени, так как при названном соотношении скоростей пламя будет сноситься потоком. Стационарное пламя может существовать лишь при наличии постороннего непрерывного источника поджигания или при наличии точки или зоны, где скорость распространения пламени равна скорости потока. В последнем случае такую область можно рассматривать как неподвижный источник поджигания, от которого пламя будет распространяться в поток.

Обычно необходимо принимать специальные меры для удержания (стабилизации) пламени в прямоточной камере сгорания, для поддержания непрерывного процесса сгорания.