

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ПОТОКА НА ПРОСКОК ПЛАМЕНИ В ГОРЕЛКЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СМЕШЕНИЯ ДВУХЗОННЫХ КАМЕР СГОРАНИЯ ГТУ

Анисимов В.Н., Бышин В.М., Постников А.М., Савченко В.П.

*ОАО СНТК им. Н.Д.Кузнецова, г. Самара*

При организации горения заранее перемешанной смеси в камерах сгорания энергетических, промышленных котельных агрегатов и в двухзонных КС газотурбинных установок возникает сложная проблема устранения проскока пламени внутрь сопла горелки. Большинство известных работ связывают проскок пламени с кинетическими условиями.

В ходе доводки двухзонной кольцевой КС двигателя НК - 36 СТ для предотвращения проскока пламени формировался профиль скорости на срезе сопла горелки с запасом по осевой скорости в приосевой части закрученной струи [1]. Кроме того, канал патрубка горелки выполнялся с конфузурностью  $n_k = 1,2$  для обеспечения заполненного профиля скорости на срезе сопла.

В первых вариантах двухзонных КС патрубки горелок основной зоны были выполнены криволинейными, т.е. с поворотом потока (см. общий вид горелки на рис.1). При выравнивании концентрации топлива по поперечному сечению камеры смешения горелки произошло обогащение смеси в пограничном слое горелки до реакционно-способного по горению состава. Как видно из рис. 1, по малому радиусу патрубка развит пограничный слой при повороте потока. Там и произошёл проскок пламени и прогар стенки сопла. Вместе с тем, по большому радиусу горелки (где более заполненный профиль ско-

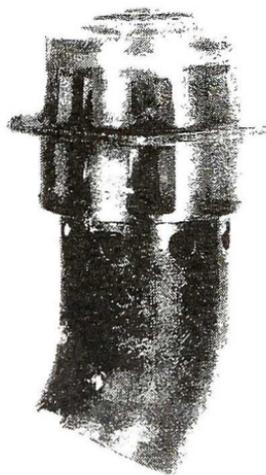


Рис. 1. Горелка основного контура с прогаром сопла на малом радиусе патрубка

рости) проскок пламени не проявился.

В связи с этим, в серийной конструкции горелки был выполнен осесимметричный патрубок горелки (рис. 2), который обеспечивал работоспособность без проскока пламени при конфузурности потока  $n_k = 1,1$ .

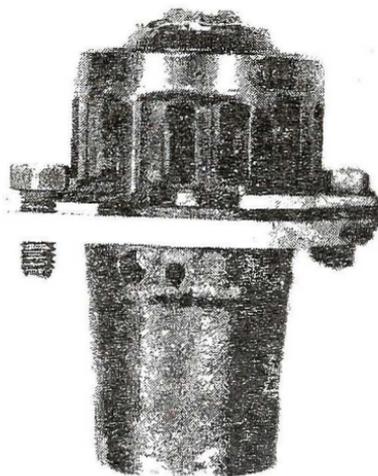


Рис. 2. Конструкция серийной горелки основного контура с осесимметричным патрубком

мени внутрь сопла горелки. Эти данные согласуются с результатами, полученными Щёлоковым А.И [3] для промышленных факелов с развитой турбулентностью, в соответствии с которыми скорость распространения пламени составляет:

$$U_m = 0.661 \cdot (U_n \cdot \Theta^n + 1.333 \cdot U \cdot \Theta^{1/3}), \quad (1)$$

Влияние состава смеси сильнее сказывается на скорость турбулентного горения пламени через первое слагаемое, т.к.  $U_n = f(\alpha)$  и  $\Theta = f(\alpha)$ . Для газоздушных смесей углеводородных топлив зависимость коэффициента температуропроводности от температуры:  $a \approx T^{1.8}$ . Влияние снижения пульсационной скорости  $U$  на устранение проскока пламени подтверждена экспериментально.

Для повышения эффективности горения за счёт создания мелкомасштабной турбулизации потока на лопатках аксиального завихрителя были выполнены специальные турбулизаторы (рис.3а). При этом обеспечивался большой запас по скорости в приосевой части струи на срезе сопла горелки. Несмотря на это, при испытании КС на двигателе произошло выгорание турбулизаторов, но сами лопатки завихрителя оказались без дефектов.

Приведенные выше данные свидетельствуют об определяющем влиянии микроструктуры турбулентности на проскок пламени

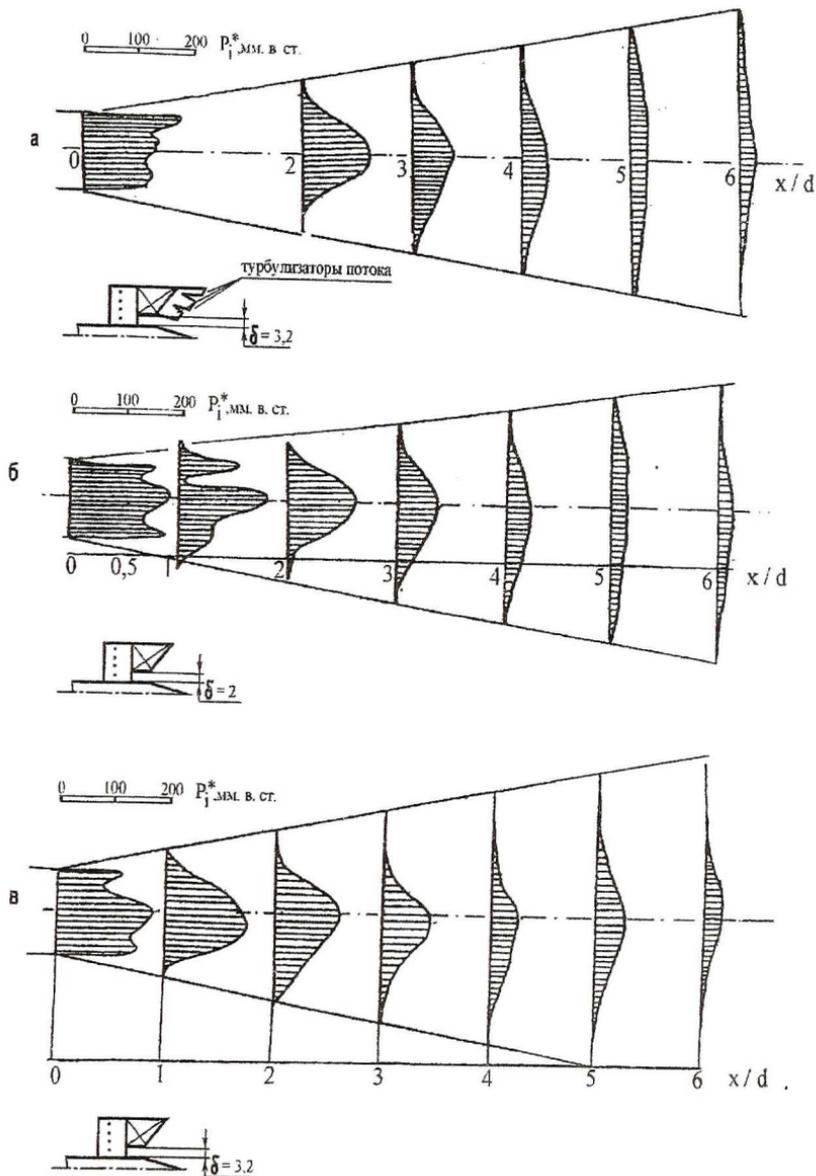


Рис. 3. Поля полных давлений в струях горелок основного контура различных конструкций двухзонной кольцевой КС двигателя НК-36 СТ

Для формирования микроструктуры турбулентности с меньшим уровнем пульсационной скорости  $U'$ , необходимо улучшать условия обтекания лопаток и ступицы аксиального завихрителя, за которыми образуются следы, по которым распространяется пламя.

Для ускорения доводки по эмиссии в двухзонной КС двигателя НК 36 СТ выполнялись три зоны основного контура с различными вариантами горелок. Анисимовым В.Н. была разработана методология, позволяющая по измерениям эмиссии окиси углерода ( $CO$ ) и оксидов азота ( $NO_x$ ) в каждой из зон определять возможность проскока пламени внутрь сопла горелок и выбирать из них оптимальный вариант.

При постепенном выходе двигателя на номинальный режим работы в случае проскока пламени фиксировали резкое нарастание эмиссии  $NO_x$  из-за сгорания недоперемешанной смеси внутри горелки. При этом происходило тепловое заклинивание горелок с проскоком пламени. Также увеличивался расход воздуха в другие зоны, в которых не было проскока пламени, что приводило к возрастанию  $CO$  на этих участках.

Рассмотренный выше опыт доводки двухзонных КС ГТУ свидетельствует о том, что для предотвращения проскока пламени необходимо не только обеспечивать запас по осевой скорости потока, но и формирование структуры турбулентности потока в патрубках горелок основного контура.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постников А.М. Снижение оксидов азота в выхлопных газах ГТУ. - Самара: Издательство Самарского научного центра РАН. - 2002 - 286 с.
2. Определение пропускной способности горелок с предварительным смешением. / Анисимов В.Н., Постников А.М., Савченко В.П. // Вест. СГАУ. Сер.: «Процессы горения, теплообмена и экология тепловых двигателей», Вып.1. Самара, 1998. - С.71-86.
3. Щёлков А.И. «Теоретические основы совершенствования факельных процессов в промышленных печах путём воздействия на аэродинамическую структуру.» Диссертация Самарского Государственного политехнического ун-та, 1987