

сти потока  $u$  и нормальной скорости  $u_n$ . При этом критическое равенство  $u = u_n$  заменяется равенством градиентов.

После ряда преобразований, введя для потока и пламени критерии и пламени критерии Пекле, получим условие стабилизации при горении в щелевых каналах:

$$Pe = \frac{1}{6k} (Pe_{пл})^2,$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности.

Уравнение было подтверждено при работе горелки со щелевой огневой насадкой на природном и сжиженном газе ( $h = 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0$  мм, расход газа  $0,8-2,5$  м<sup>3</sup>/ч на одну огневую насадку, давление газа от 500 до 1000 мм вод. ст.).

Стабилизация горения в туннеле происходит в результате рециркуляции продуктов сгорания к корню факела, что повышает устойчивость горения к отрыву.

### Литература

1. Лонгвелл Д., Фрост Э., Вейс М. Стабилизация пламени в рециркуляционной зоне плохо обтекаемых тел // Вопросы ракетной техники. – 1974. – № 4. – С. 23–28.
2. Щетинков Е.С. Физика горения газов. – М.: Наука, 1965. – 739 с.

УДК 621.182.1

## ВОПРОСЫ ОСТАНОВА БАРАБАННЫХ КОТЛОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

*Квандель С.В.*

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ТАРАСЕВИЧ Л.А.

Требования, предъявляемые к режимам вывода котла в холодный и горячий резерв, существенно различны.

При выводе котла в горячий резерв важно максимально сохранить аккумулированное котлом тепло. При выводе котла в холодный резерв целесообразно полнее использовать аккумулированное тепло с переводом его на выработку пара.

Современные котлы высокого давления имеют развитые поверхности нагрева, массивные каркасы и барабаны обладают большой аккумулирующей способностью, до 60–85 Мкал. Это тепло сохраняется практически неизменным во время работы на магистраль и теряется при останове посредством лучеиспускания в окружающую среду и конвекции. Потери тепла зависят от длительности простоя в резерве и могут быть разбиты на две составляющие:

- наружные потери в окружающую среду;
- внутренние потери, связанные с присосами воздуха, утечками воды и пара вследствие неплотности арматуры; часть аккумулированного тепла используется на подогрев холодной воды, вводимой в котел для поддержания уровня воды в барабане.

Установлено, что соотношения между внутренними и наружными потерями в большой степени зависят от газовой плотности котлов. Для котлов с недостаточно плотными отключающими шиберами  $Q_{вп} = (1,5-1,8)Q_{нар}$ , с плотными шиберами

$Q_{вп} = Q_{нар}$  и со специальными шиберами  $Q_{вп} = (0,6-0,8)Q_{нар}$ .

В реальных условиях сокращение наружных потерь тепла связано с уменьшением теплопроводности обмуровки, что в ряде случаев требует серьезной ее переделки. Внутренние потери могут быть значительно сокращены устранением неплотности в обшивке котла, уплотнением арматуры и шиберов. В настоящее время котлы снабжа-

ются газовыми шиберами на всасывающей и нагнетательной сторонах дымососа, а также регулирующими заслонками. Шиберы на нагнетательной стороне в ряде случаев не применяются вследствие значительного их сопротивления. Между тем последовательное закрытие трех шиберов вместо двух позволяет сократить потери на 0,1 Мкал/ч, что удлиняет продолжительность снижения давления до нуля примерно на 12 ч.

При выводе котлов в кратковременный резерв (на срок не менее 6–8 ч) целесообразно применять режим с сокращенной продувкой пароперегревателя и с последующей «закупоркой» котла. Однако такой режим может быть рекомендован лишь для незашлакованных котлов, так как в противном случае при малых продувках могут возникнуть повышенные температуры труб пароперегревателя, поэтому подобный режим должен быть подвергнут проверке.

### Литература

1. Дехтярев В.Л., Дрекер М.А., Календерьян В.А., Ширлев И.П. Работа впрыскивающих пароохладителей на котлах высокого давления ТП-170-1 // Электрические станции. – 1986. – № 8.
2. Осиповский Н.Ф. Эксплуатация барабанных котлов высокого давления. – М.: Госэнергоиздат, 1953.
3. Мещанинов И.А., Мучник Г.Ф., Раев Б.Х. Режим вывода котлов в резерв // Электрические станции. – 1979. – № 2.

УДК 621.181

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТРУЙ ПРИ ОДНОСТОРОННЕМ И ВСТРЕЧНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ВИХРЕВЫХ ГОРЕЛОК

*Квандель С.В.*

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ТАРАСЕВИЧ Л.А.

Рост единичных мощностей современных парогенераторов приводит к увеличению числа и размеров горелочных устройств, стесненному их размещению на стенах и уменьшению относительной глубины топки. В связи с этим актуальным является изучение влияния относительных межосевых и межъярусных расстояний горелок, их расстояний от примыкающих стен, глубины топки на надежную и устойчивую работу топочного устройства.

Исследование аэродинамики факела одиночной горелки (при отключении крайних горелок фронтальной стенки) показало, что распределение осредненных компонент вектора скорости и избыточной температуры несимметрично относительно оси, хотя аэродинамическая ось факела совпадает с геометрической осью горелки. С удалением от устья горелки ассиметрия потока уменьшается. В приосевой области факела имеется осевой обратный ток, который сохраняется до сечения  $\bar{x} = \frac{x}{D_{\text{амбразуры}}} \approx 2$ , а максималь-

ное количество рециркулирующих газов составляет примерно 3%. Факел сомкнутый, угол раскрытия примерно 45°, а его дальность, определяемая по падению максимальной аксиальной скорости до 0,1v, приблизительно 3,5D<sub>амбразуры</sub>.

При работе трех вихревых горелок, расположенных одноярусно, аэродинамика факела характеризуется сложным пространственным полем скорости и давления. Область развития струй в плоскости горелок условно можно разделить на две зоны:

– от устья горелки до сечения, в котором границы соседних струй пересекаются между собой (начало взаимодействия);