

## ОХРАНА ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ОТ ВЫБРОСОВ ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЙ

### 1.5. Технологии сжигания органических топлив на ТЭС со сниженным уровнем образования вредных выбросов в атмосферу

#### 1.5.5. Эффективное снижение образования оксидов азота в топках котлов за счет аэродинамической оптимизации ступенчатого сжигания топлив

##### 1.5.5.4. Эффективность использования комбинированного узла «сопло — прямооточная мазутная горелка»

На барабанных газомазутных котлах с фронтальной двухъярусной компоновкой вихревых горелок (например, на котлах ТГМ-84, ТГМ-151-Б и др.) практикуется режим работы на газе с использованием одного и двух ярусов горелок. При сжигании мазута для повышения температуры перегретого пара включаются в работу горелки третьего яруса.

Интересный опыт получен МЭИ, ОАО «ЦКБ Энергоремонт» и Новогорьковской ТЭЦ при реконструкции котла ТГМ-84 (ст. № 6), выполненной в 2004 г. Одна из целей реконструкции состояла в снижении выбросов оксидов азота при сжигании газа. Для ее достижения вместо вихревых горелок третьего яруса в тех же разводках экранных труб были установлены трехканальные прямооточные мазутные горелки [16]. При сжигании газа периферийные воздушные каналы горелок отключаются, а остаются в работе центральные воздушные каналы прямоугольной формы, выполненные с наклоном вниз на  $35^\circ$  (рис. 1.77).

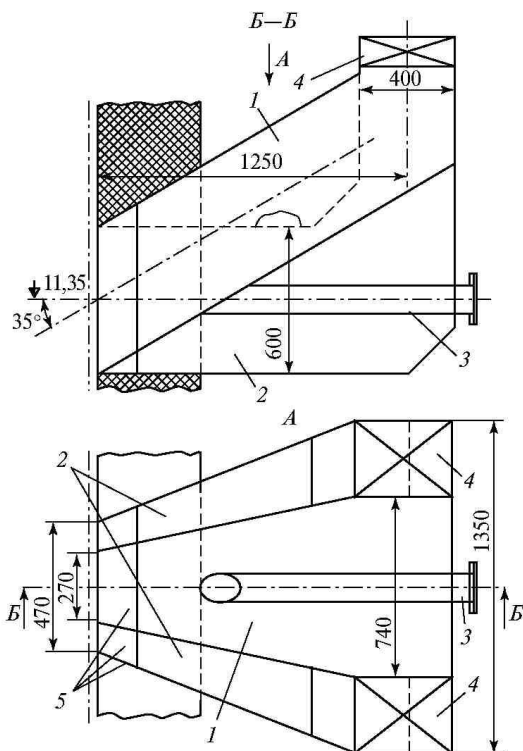


Рис. 1.77. Принципиальная схема узла «сопло — мазутная горелка»:

1 — сопло; 2 — периферийные каналы воздуха для мазутной горелки; 3 — форсуночная труба; 4 — шиберы, управляемые от одного привода; 5 — выходная часть каналов из жаропрочной стали

В процессе модельных аэродинамических исследований отсека топочной камеры был определен оптимальный угол наклона сопел вторичного воздуха вниз, который составил  $35^\circ$ . При этом учитывались степень выхода вверх хвостовых частей струи вторичного воздуха (до-

пускалось не более 60 % для уменьшения общего избытка воздуха в топке) и интенсивность турбулизации факела хвостовой частью струи (желательно во второй половине топки по ее глубине для уменьшения образования термических оксидов азота). Было также определено оптимальное направление крутки вихревых горелок по условию равномерности подъема факела по ширине отсека. Оптимальным оказалось направление крутки по заводскому варианту.

В качестве примера на рис. 1.78, а—в представлен характер движения струи вторичного воздуха, струи вихревой горелки второго яруса и струи вихревой горелки первого яруса. Можно видеть, что струя вторичного воздуха начинает интенсивно расширяться (перемешиваясь с факелом) во второй половине топки.

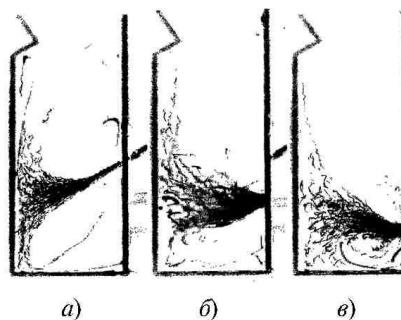


Рис. 1.78. Характер движения струй в топочной модели котла ТГМ-84:

а — вторичного воздуха; б — горелки верхнего яруса; в — горелки нижнего яруса

Вихревая струя горелки второго яруса расширяется за счет крутки, начиная от горелки. Выход хвостовой массы струи вверх происходит по траектории, которая близка к траектории подъемной ветви струи вторичного воздуха. Вихревая струя первого яруса во второй половине топки примерно на 40 % следует вниз и движется вдоль пода, после чего выходит вверх через межструйные пространства горелок, подмешиваясь в основном к свежей струе вторичного воздуха.

Данные испытаний реконструированного котла при работе на газе в режиме ступенчатого сжигания и при стехиометрическом сжигании мазута (с использованием паромеханических форсунок) представлены в табл. 1.35. Следует отметить, что при ступенчатом сжигании газа дополнительный эффект по снижению образования оксидов азота (примерно на 15 %) получался в результате перераспределения газа на нижний ярус горелок. Это мероприятие легко осуществлялось с помощью системы регулирования ЗАО «НПО Амакс».

Повышению экономических показателей работы котла способствовали восстановление проектной набивки РВП и модернизация газораздающего узла горелок. Вместо часто прогорающих труб центральной раздачи газа в заводских горелках, при эксплуатации которых по условию отсутствия химического недожога требовалось уве-

личение избытка воздуха, при их модернизации выход газа осуществлен из восьми труб диаметром 50×4 мм, размещенных по окружности диаметром 580 мм [17]. Газораздающие насадки диаметром 504 мм были выполнены из жаропрочной стали и имели (каждый): одно торцевое отверстие, четыре боковых отверстия и одно боковое

направленное к оси горелки отверстие диаметром соответственно 17; 9 и 14 мм. Как показали типовые испытания модернизированной горелки, выполненные ОАО «НПО ЦКТИ», она удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к газовым горелкам.

Таблица 1.35. Показатели работы котла ТГМ-84 до и после реконструкции

Показатель	До реконструкции	После реконструкции
Избыток воздуха в режимном сечении (в рассечке водяного экономайзера) при $D_{ном}$ и сжигании газа	1,18	1,075
Приведенная температура уходящих газов при тех же условиях, °С	174	146
Избыток вторичного воздуха при $D_{ном}$ и сжигании газа	—	0,24
Расход электроэнергии на тягу и дутье при средней годовой нагрузке 280 т/ч, кВт·ч/Гкал	8,7	5,3
Повышение КПД котла «брутто» при той же нагрузке, %	—	2,56
Удельные выбросы $NO_x$ при $D_{ном}$ и работе котла на газе/мазуте, мг/м <sup>3</sup>	250/370	85/280