

## 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

##### 1.5.5.3. Эффективность высокого размещения двухсторонних и сильно наклоненных сопл вторичного дутья на котлах с подовыми горелками

На газомазутных котлах с подовыми вихревыми горелками была решена проблема надежной работы экранов топки при работе на мазуте. Вместе с тем усугубилась проблема обеспечения надежной работы металла ширм и конвективных пакетов пароперегревателя при работе котлов на газе. Кроме того, удельные выбросы оксидов азота в несколько раз превышали нормативные значения при сжигании мазута и особенно природного газа.

На основе модельных аэродинамических исследований и расчетов сотрудники кафедры «Котельные установки и экология энергетики» МЭИ (ТУ) разработали технологию ступенчатого сжигания газа и мазута для котлов с подовыми горелками. Начиная с 1990 г. было реконструировано 12 котлов с подовыми горелками. Особенностью технологии является высокое двухстороннее размещение сопел вторичного воздуха, которые имеют существенный наклон вниз. При этом доля вторичного воздуха составляет 0,25...0,4, а скорость истечения струй дутья находится в пределах 40...50 м/с.

В 1992—1997 гг. шесть пылеугольных котлов небольшой мощности Калининградской ГРЭС, переведенные ранее на сжигание мазута с использованием двух подовых вихревых горелок, были реконструированы по проекту ОАО «ЦКБ Энергоремонт» с установкой в угловых зонах средней части топки четырех наклоненных вниз и тангенциально направленных сопел вторичного дутья. Была принята скорость истечения струй дутья 45...50 м/с при доле вторичного воздуха около 25 %. Как показали испытания реконструированных котлов, снижение концентрации оксидов азота в дымовых газах составило 25...45 % в диапазоне исходных концентраций 190...225 мг/м<sup>3</sup> (на указанных котлах нет систем рециркуляции газов). Практически на всех котлах избыток воздуха за пароперегревателем не изменился. Повысилась надежность зажигания мазута, особенно на растопочных режимах.

Наибольший эффект по снижению выбросов NO<sub>x</sub> достигнут на реконструированном в 1990 г. по проекту ОАО «Мосэнергопроект» котле ТП-80 (ст. № 6) ТЭЦ-16 ОАО «Мосэнерго». Этот котел был ранее снабжен четырьмя трехпоточными подовыми горелками, установленными в один ряд. На котле был выполнен слабонаклонный под и ликвидирован двухсветный экран, т.е., по существу, он превратился в котел ТП-87. Работа котла до реконструкции характеризовалась высоким уровнем концентрации NO<sub>x</sub> в дымовых газах (650 и 1000 мг/м<sup>3</sup> соответственно при работе на газе и мазуте, в последнем случае с рециркуляцией газов, подаваемых в периферийные каналы горелок). При работе котла на газе отдельные змеевики ширм и конвективных пакетов пароперегревателя имели предельно допустимые уровни температуры металла, а суммарный объем впрысков составлял 35...40 т/ч.

Реконструкция котла предшествовал большой объем модельных исследований топочной аэродинамики на

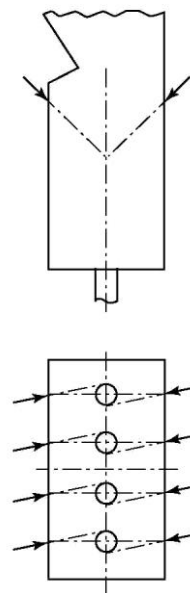


Рис. 1.75. Компоновочная схема сопел вторичного дутья на котле ТП-87

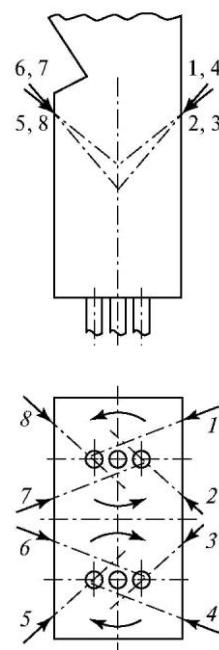


Рис. 1.76. Компоновочная схема сопел вторичного дутья на котле ТП-80

изотермическом стенде. В результате была разработана компоновочная схема установки восьми сопел вторичного воздуха [14], изображенная на рис. 1.75. Ее особенность: двухстороннее высокое расположение сопел, существенный их наклон вниз, направленность осей сопел по схеме встречно-смещенных струй (ВСС) в проекции на гори-

зонтальную плоскость и высокая скорость истечения струй вторичного воздуха. При сжигании газа указанная скорость истечения составляет 45...50 м/с при доле вторичного воздуха около 37 %. Рабочий проект реконструкции котла был выполнен ОАО «Мосэнергопроект».

Испытания реконструированного котла показали высокую комплексную эффективность его работы. Благодаря запирающему воздействию на факел струй дутья и рециркуляции хвостовых частей факела в свежие струи дутья и горелочные струи тепловая нагрузка пароперегревателя уменьшилась, а температура металла его труб стала ниже допустимых норм. Концентрация оксидов азота в уходящих газах котла составила 100 и 180 мг/м<sup>3</sup> соответственно при сжигании газа и мазута, т.е. уменьшилась на 85 и 82 %. При этом избыток воздуха за пароперегревателем остался на уровне 1,1.

В связи с указанными положительными результатами на ТЭЦ-16 были реконструированы еще два котла ТП-87 (ст. № 8 в 1992 г. и ст. № 7 в 1993 г.) и один котел ТП-26 (2006 г.) Проект реконструкции последнего котла был выполнен ОАО «ЦКБ Энергоремонт».

Котел ТП-80 (ст. № 8) ТЭЦ-12 ОАО «Мосэнерго», оборудован шестью подовыми газомазутными горелками (в каждом отсеке по три в ряду, ось которого параллельна двухсветному экрану). В 1999 г. котел был реконструирован по проекту ОАО «Мосэнергопроект». Была осуществлена установка в угловых зонах каждого отсека четырех тангенциально направленных и наклоненных вниз сопл вторичного воздуха (рис. 1.76). Как показали модельные аэродинамические исследования, благодаря динамическому давлению высокоскоростных струй дутья

(при доле вторичного воздуха около 40 % и его скорости около 50 м/с) в приосевых зонах полутопок происходит запираение факела, а его дожигание осуществляется в спиральном вихревом потоке вблизи топочных экранов. После реконструкции котла при сжигании парапарегревателя, избыток воздуха в режимном сечении остался на прежнем уровне, а концентрация NO<sub>x</sub> в дымовых газах снижена до 100 мг/м<sup>3</sup> при небольшой степени загрузки дымососа рециркуляции газов (ДРГ). Следует отметить, что обсуждаемая компоновочная схема сопл вторичного дутья оказалась высокоэффективной на реконструированном в 1993 г. котле ТП-87 (ст. № 7) ТЭЦ-11 ОАО «Мосэнерго». Этот котел оборудован шестью плоскофакельными горелками, размещенными на отметке 9,15 м фронтальной и задней стен топочной камеры. Восемь сопл дутья были установлены на отметке 19,02 м тех же стен.

До установки сопел удельные выбросы оксидов азота при сжигании газа составляли 160...285 мг/м<sup>3</sup> в диапазоне нагрузок 250...420 т/ч. При этом использовалась схема ввода рециркуляции газов в горелки для повышения температуры перегретого пара до номинальной. После установки сопел удельные выбросы оксидов азота составили в сопоставимых условиях 26...50 мг/м<sup>3</sup>. Избыток воздуха в режимном сечении (за второй ступенью водяного экономайзера) не изменился, оставшись на уровне 1,12. Доля вторичного дутья составила 31 % количества организованного воздуха, а скорость истечения струй дутья при нагрузке 420 т/ч — около 50 м/с [15].