

ОХРАНА ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА ОТ ВЫБРОСОВ ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЙ

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

1.5.4. Циклонный предтопок как средство снижения вредных выбросов в атмосферу

1.5.4.1. Циклонный предтопок с жидким шлакоудалением

Комлер В.Р., ОАО «ВТИ»

Еще одной технологией, рассчитанной на использование угля с минимальным загрязнением окружающей среды, является так называемый комбастор TRW — оригинальный циклонный предтопок с жидким шлакоудалением. Особенности этой технологии уже описаны как в отечественной [1, 2], так и в американской литературе [3, 4]. На рис. 1.65 показана опытно-промышленная установка, на которой специалисты американской фирмы TRW (штат Калифорния) отработывали оптимальные параметры комбастора.

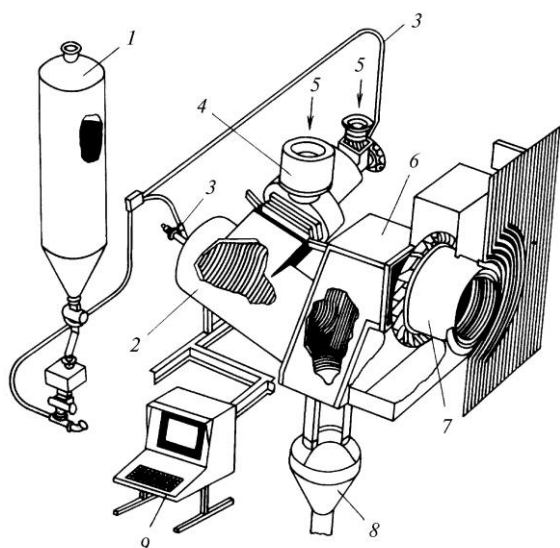


Рис. 1.65. Комбастор TRW:

1 — пылевой бункер и система подачи пыли с высокой концентрацией; 2 — циклонная камера; 3 — вход угольной пыли; 4 — камера предварительного сгорания; 5 — воздух; 6 — соединительный короб; 7 — вторичная горелка; 8 — бункер для шлакоудаления; 9 — система регулирования

Установка состоит из бункера угольной пыли, системы подачи пыли с высокой концентрацией, компактной циклонной камеры сгорания с жидким шлакоудалением, на входе в которую установлена камера предварительного сгорания для подогрева воздуха. Продукты неполного сгорания из комбастора TRW через короткий соединительный короб поступают к вторичной горелке и далее в основную топочную камеру котла.

Основным отличием комбастора TRW от горизонтальных и вертикальных предтопков, применявшихся на нескольких электростанциях СНГ в 70-е годы, является наличие предварительной камеры сгорания, в которую подаются часть топлива и воздух с температурой от 38 до 260 °С. В результате сгорания этой части топлива на входе в циклонную камеру комбастора получается газозвудушная смесь с температурой до 1000 °С. Эти высокотемпературные газы поступают в циклонную камеру тангенциально, а остальное топливо (в виде угольной пыли с $R_{74} = 30\%$) подается аксиально. Конструктивные особенности камеры обеспечивают сжигание большей части топлива в ее объеме, в отличие от отечественных

горизонтальных циклонных предтопков, в которых сгорание дробленки происходило главным образом на шлаковой пленке.

В 1984 г. комбастор мощностью 12 МВт был пристроен к одному из котлов в технологической котельной завода фирмы TRW в г. Кливленд. Этот котел ранее был переведен на сжигание мазута, поэтому кроме самого комбастора на котле пришлось смонтировать систему размола и транспорта угля. Основная программа эксплуатационных испытаний была проведена в течение 4000 ч при сжигании битуминозного угля из штата Огайо ($W^r = 4\%$; $A^r = 8,5\%$; $V^{daf} = 41\%$). Затем были проведены испытания установки при сжигании других углей, включая также водоугольную суспензию с $W^r = 31,7\%$. В общей сложности комбастор работал около 12 тыс. ч.

Опыты, проведенные при сжигании каменного угля на этом комбасторе, показали, что степень шлакоулавливания менялась от 80 до 95 %, концентрация оксидов азота в продуктах сгорания за комбастором (который работал с $\alpha = 0,7 \dots 0,9$) составляла только 273 мг/м³ (при нормальных условиях и $\alpha = 1,4$). Для снижения выбросов SO₂ в переходный короб за комбастором из специального бункера подавался кальций содержащий сорбент. Измерения показали, что это мероприятие снижало выбросы диоксида серы в атмосферу на 55 %.

Успешный опыт эксплуатации кливлендского комбастора и дополнительные усовершенствования отдельных узлов позволили авторам перейти к полномасштабной установке, рассчитанной на энергетические котлы. В декабре 1989 г. Министерство энергетики США (DOE) включило в очередную программу по созданию новых технологий чистого использования угля в энергетике (ССТ-III) проект под названием «Healy Clean Coal Project». Этот проект предполагал строительство угольной ТЭС Healy на Аляске. Ввиду того, что ТЭС Healy расположена недалеко от Национального парка и заповедника Denali, потребовалось принять все возможные меры для снижения вредных выбросов в атмосферу. Демонстрационный блок ТЭС Healy электрической мощностью 50 МВт решено было оснастить пылеугольным котлом с двумя комбасторами TRW каждый тепловой мощностью 102 МВт. Кроме первой ступени сероочистки (подачи известняка в комбасторы) решено было за котлом, после трубчатого воздухоподогревателя, установить мокро-сухой абсорбер с распылением активного сорбента (рис. 1.66). Третьей ступенью очистки дымовых газов от SO₂ должны были стать тканевые фильтры, на поверхности которых предполагалось дальнейшее взаимодействие диоксида серы и сорбента.

Цель демонстрационного проекта состояла в обеспечении эффективного сжигания местного угля при суммарной очистке дымовых газов от SO₂ на 90 % и с выбросами в атмосферу, не превышающими: по диоксиду

азота 0,086 г/МДж (235 мг/м³); по твердым частицам 0,00645 г/МДж (16 мг/м³).

Проектные работы были начаты в июле 1990 г., но только в ноябре 1991 г. было подписано соглашение между всеми участниками работы. По этому соглашению общие затраты на реализацию демонстрационного проекта оценивались в 242 млн долл. США, из которых 117,3 млн (примерно 48 %) выделяло DOE, а остальные 124,7 млн (примерно 52 %) собрали заинтересованные организации: Администрация штата Аляска по

промышленному развитию и экспорту, эксплуатирующая энергетическая компания Golden Valley Electric Association, инжиниринговая корпорация Stone and Webster, поставщик технологии сжигания угля TRW Inc., поставщик технологии сероочистки Babcock & Wilcox Company и поставщик угля Usibelli Coal Mine Inc. Основным топливом на ТЭС была угольная смесь: 35 % рядового полу-битуминозного (длиннопламенного) угля месторождения Usibelli с содержанием серы 0,2 % и 65 % отходов обогащения этого угля.

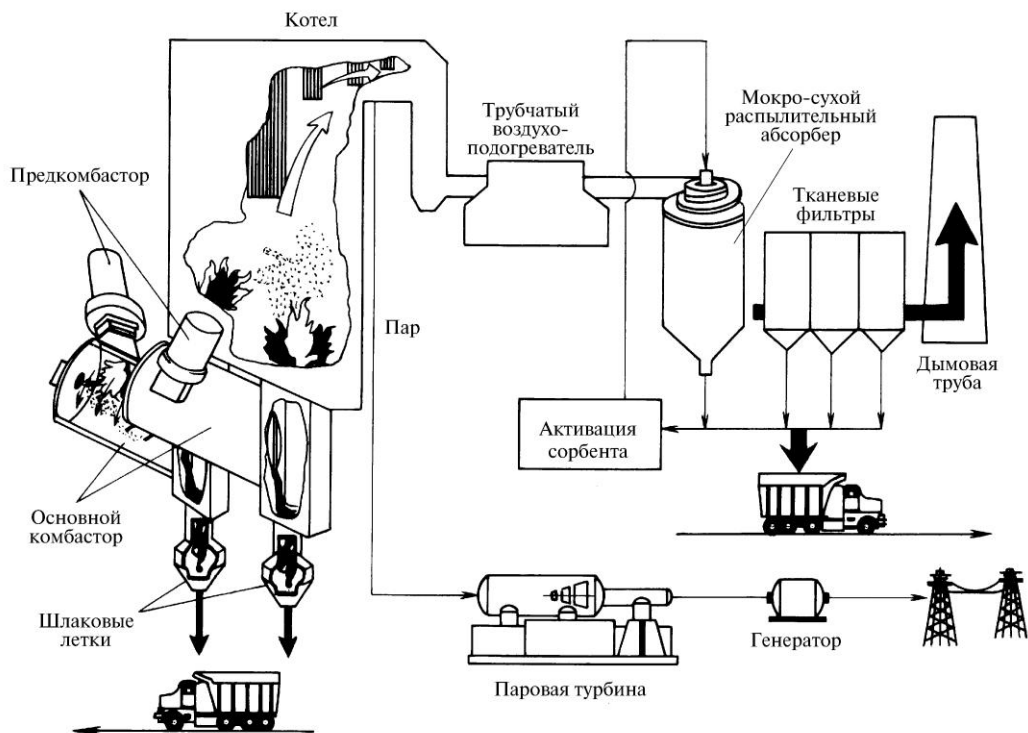


Рис. 1.66. Демонстрационный котел с комбасторами TRW, установленный рядом с блоком № 1 ТЭС Nealy (штат Аляска, США)

Каждый из комбасторов имел внушительные размеры: наружный диаметр 2,7 м, длину около 4,7 м. Предкомбастор — первичная камера горения, в которую подавалось 25...40 % топлива, имел внутренний диаметр 1,6 м и длину также 1,6 м. На выходе из комбастора имелось устройство для удаления шлака в жидком виде и отвода продуктов сгорания в нижнюю часть топочной камеры котла. Здесь же был организован ввод сорбента для частичного связывания диоксида серы (первая ступень сероочистки).

Подготовка технической документации по демонстрационному проекту Nealy была завершена в ноябре 1993 г., но строительные работы были начаты только в мае 1995 г. В ноябре 1997 г. строительство блока было завершено и с января 1998 г. котел с комбасторами TRW и системой сероочистки был сдан в промышленную эксплуатацию.

Длительные опыты, проведенные при непрерывной работе котла в течение 18 сут, показали, что удельные выбросы NO_x составляют 0,108 г/МДж, а SO₂ — 0,034 г/МДж, что соответствует концентрациям примерно 295 мг/м³ по NO_x и 93 мг/м³ по SO₂ (в пересчете на α = 1,4).

Предельно допустимые выбросы диоксида серы по местному законодательству составляли 0,043 г/МДж, что примерно в 12 раз ниже, чем общенациональные ПДВ для США. Тем не менее принятая схема очистки дымо-

вых газов в сочетании с использованием комбастора TRW позволила уложиться в эти чрезвычайно жесткие нормы.

К концу первого года эксплуатации котел проработал более 4900 ч. В комбасторах за это время было сожжено 56 тыс. т смеси длиннопламенного угля и отходов углеобогащения, в результате чего был выработан 231 млн кВт·ч электроэнергии. Коэффициент использования установленной мощности блока составил 44 %.

В январе 1999 г. во время планового останова котла была выполнена незначительная реконструкция одного из комбасторов для минимизации нарастания шлака в предкомбасторе и комбасторе. Кроме того, были установлены направляющие лопатки перед золоуловителем для уменьшения износа тканевого фильтра.

В июне 2000 г. участники работы представили заключительный отчет, но еще длительное время, до ноября 2001 г., решено было продолжать эксплуатационные наблюдения за эффективностью работы котла и уровнем выброса загрязнителей в атмосферу.

По результатам проведенных исследований сделан вывод, что проверенная на ТЭС Nealy комплексная технология может быть широко использована как на энергетических, так и на промышленных котлах, причем внедрять ее можно не только при сооружении новых котлов, но и при реконструкции действующих. В последнем случае может быть решена задача сжигания угля на газомас-

зутных котлах, так как комбастор обеспечивает высокую степень улавливания золы до поступления продуктов сгорания в топочную камеру.

Предварительные расчеты показали, что при переводе блока мощностью 410 МВт с газа или мазута на твердое топливо потребуется оснастить котел 16 комбасторами тепловой мощностью 73,3 МВт каждый. Если разница в стоимости газа и угля будет составлять 56 долл/т у.т., то затраты на такую реконструкцию окупятся за три года [5].

По последним сведениям фирма TRW уже заключила лицензионное соглашение с Китаем на поставку комбасторов для пылеугольных котлов.

Список литературы к п. 1.5.4

1. **Котлер В.Р.** Специальные топки энергетических котлов. М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. **Предтопок** для сжигания углей с пониженными выбросами вредных веществ в атмосферу / Д. Хардгроу и др. // Электрические станции. 1993. № 3. С. 66—69.
3. **Slagging-combustor** demo passes compliance tests // Power, January / February 1999. Vol. 143. № 1. P. 5—6.
4. **Clean** Coal Technology Demonstration Program / US Department of Energy. Washington, DC, April 2000.
5. **Frey D.** TRW coal combustor // 1987 Stationary combustion nitrogen oxide control. New Louisiana, March 23—26. 1987.