

ОХРАНА ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА ОТ ВЫБРОСОВ ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЙ

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

1.5.1. Сжигание твердого топлива в котлах с кипящим слоем

1.5.1.2. Сжигание твердого топлива в котлах с циркулирующим кипящим слоем

Котлер В.Р. и Рябов Г.А.; ОАО «ВТИ»

В последние годы зарубежные энергоснабжающие компании отдают предпочтение котлам с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС).

Технологии КС и ЦКС основаны на одном и том же принципе. Воздух дувается в топочную камеру, где размещается сформированный золой, топливом и известняком слой, который оживается этим воздухом. Псевдооживление вызывает турбулентное перемешивание, повышающее эффективность сжигания топлива и улучшающее связывание известняка с диоксидом серы, образовавшимся при окислении серы топлива. В пузырьковом слое скорость воздуха и образующихся в топоч-

ной камере дымовых газов низкая (менее 2 м/с), и граница слоя может визуально наблюдаться.

Турбулентность достаточна для удовлетворительного сжигания высокорекреакционных топлив, но не тощего угля. В циркулирующем кипящем слое скорость оставляет около 5 м/с, и материал слоя выносится в верхнюю часть топочной камеры. Для возврата этого материала в топку устанавливают сепаратор, а уловленный в нем вынесенный из слоя материал возвращают в нижнюю часть топочной камеры. Так образуется контур циркуляции твердых частиц, который и дал название технологии (рис. 1.59).

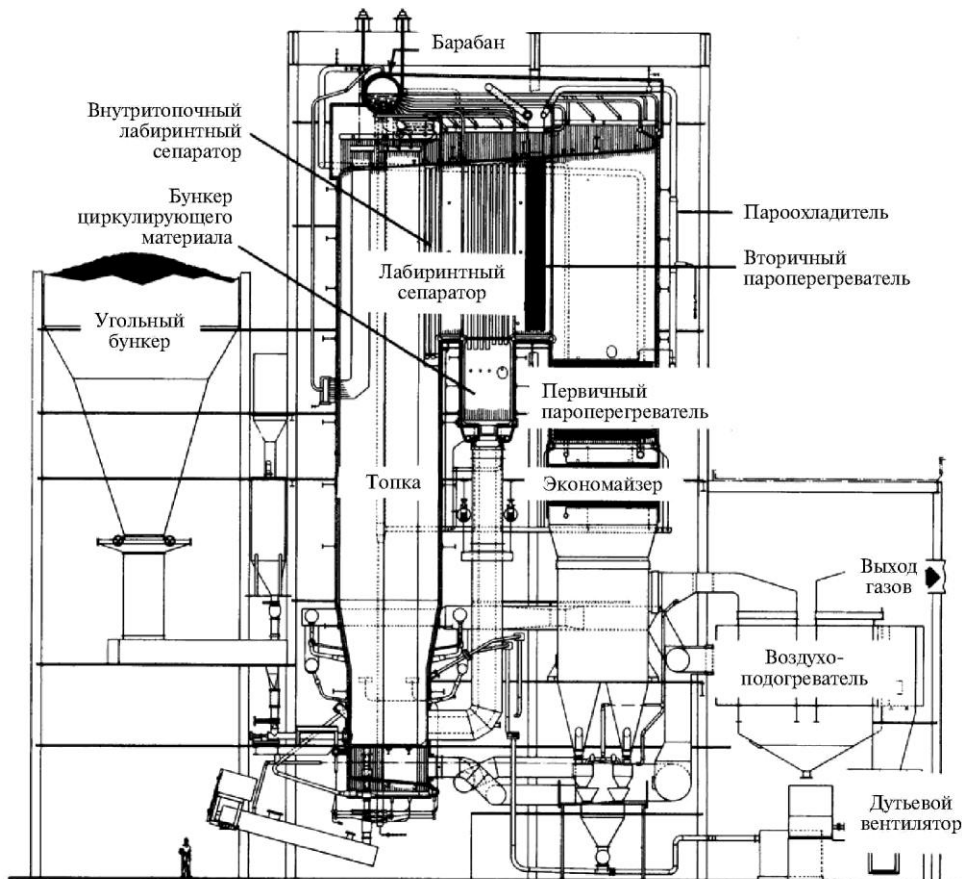


Рис. 1.59. Котел с циркулирующим кипящим слоем и внутритопочным сепаратором

Котлы с ЦКС отличаются более высокой степенью выгорания топлива (примерно 99 % по сравнению с 90...95 % у котлов со стационарным кипящим слоем), они могут работать с меньшим коэффициентом избытка воздуха (1,10...1,15 вместо 1,20...1,25). Системы подачи топлива у котлов с ЦКС проще, котлы менее требовательны к качеству топлива и лучше приспособлены для ступенчатого сжигания, необходимого для снижения выбросов оксидов азота. Такие топки позволяют связывать более 90 % серы при мольном отношении Ca/S, равном 2,0, в то время как в топки со стационарным КС требует-

ся подавать больше известняка ($Ca/S = 3$) для связывания 80...90 % серы.

Анализ технических и экономических преимуществ использования технологии ЦКС показывает, что наиболее важными техническими преимуществами котлов с ЦКС являются:

- обеспечение жестких норм на выбросы NO_x и SO_2 без использования дорогостоящих и крупногабаритных установок серо- и азотоочистки;
- возможность сжигания различных видов топлива в одном и том же топочном устройстве;

- устойчивая работа при низких нагрузках без подсветки мазутом;
- быстрый пуск из горячего состояния (после 8 ч простоя);
- отсутствие шлакования и минимальные загрязнения поверхностей нагрева;
- возможность размещения новых котлов с ЦКС в существующих котельных ячейках действующих электростанций.

Для каменных углей и высокосернистых бурых углей одинаковый с ЦКС уровень выбросов SO_2 может быть получен только при использовании мокрой сероочистки, а выбросов NO_x — при использовании технологических методов в сочетании с очисткой дымовых газов от NO_x .

К настоящему времени за рубежом накоплен богатый опыт проектирования и эксплуатации котлов с ЦКС. Значительно усовершенствованы конструктивные решения, снижена металлоемкость, повышены экономич-

ность, надежность и увеличен диапазон регулирования. В котлах с ЦКС успешно сжигались такие специфические виды топлива, как нефтяной кокс с минимальным выходом летучих, отходы углеобогащения, отвальные породы и шлаки с зольностью до 70 %, высоковлажные стоки и биологический ил с влажностью до 70 %. Во всех случаях удавалось обеспечить выбросы NO_x не более 300 мг/м^3 , КПД связывания серы не менее 90 % и потери с механическим и химическим недожогом менее 4%. При этом в одной и той же топке при умеренной потере экономичности удавалось успешно сжигать как проектные, так и сильно отличающиеся от проектных виды топлива, включая биомассу. Пока еще не полностью решены вопросы использования золы котлов с ЦКС, которая вследствие низкотемпературного сжигания и добавки известняка менее пригодна в качестве компонента строительных материалов.

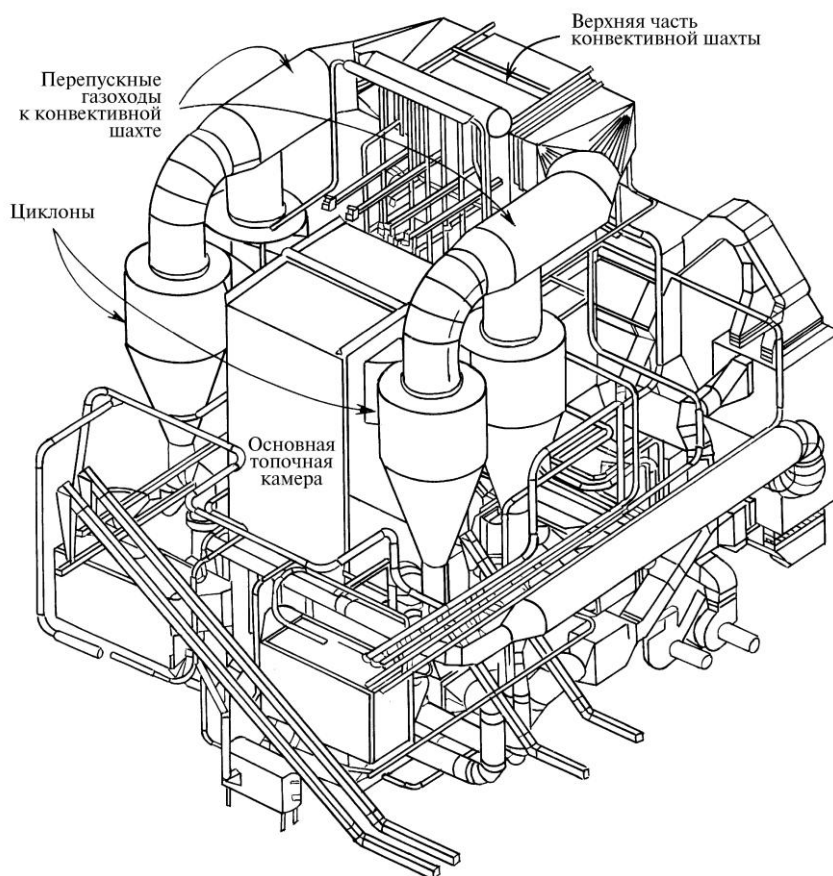


Рис. 1.60. Котел с циркулирующим кипящим слоем энергоблока мощностью 250 МВт (Франция). Котел снабжен четырьмя циклонами с установкой внешних теплообменников в нижней части каждого из них

За рубежом используются различные модификации технологии ЦКС. Котлы с ЦКС с «горячими» циклонами (рис. 1.60) и зольными теплообменниками обеспечивают самый низкий уровень вредных выбросов, минимальное содержание углерода в слое, лучшие условия регулирования температуры пара (нагрузки), их золошлаковые отходы легче использовать для строительных целей. Котлы с ЦКС с охлаждаемыми или нефутерованными сепараторами (см. рис. 1.59) можно быстрее пускать из холодного состояния, они обладают лучшими динамическими характеристиками, высокой эксплуатационной готовностью и требуют меньших эксплуатационных затрат. Капитальные затраты на сооружение котлов с современными модификациями технологии ЦКС ниже, чем

на котлы с традиционными технологиями с использованием «горячих» циклонов.

В индустриально развитых странах (США, Германия, Япония) строятся и успешно эксплуатируются котлы разных типов с ЦКС, причем преимущества той или иной технологии с учетом всех аспектов строительства, эксплуатации и местных условий не являются очевидными.

В Российской Федерации сотрудниками ВТИ, проектных организаций и конструкторами заводоизготовителей выполнен анализ возможности и целесообразности использования технологии ЦКС для замены огромного числа пылеугольных котлов паропроизводительностью 160...230 т/ч. Эти котлы выработали свой

ресурс и нуждаются в замене, но возросшие требования по защите окружающей среды не позволяют просто установить на их место аналогичные котлы с факельным процессом сжигания. Проведенная работа показала, что в котлах с ЦКС обеспечиваются перспективные нормы на выбросы вредных веществ в атмосферу путем конструктивных и режимных мероприятий для улучшения внутритопочного процесса. При этом для многих топлив добавка известняка крайне мала или отсутствует. Не требуется дополнительных затрат и площадей для установки средств азото- и сероочистки.

Сравнение габаритных размеров котлов с ЦКС и пылеугольных котлов БКЗ-210, БКЗ-220, ПК-14, ТП-230 свидетельствует, что котлы с ЦКС имеют меньшее сечение топки и объем при увеличенной высоте. В основном увеличение высоты котла связано с необходимостью ус-

тановки воздухораспределительной решетки на отметке 5,5...6,0 м (на 2...3 м выше отметки низа холодной воронки) для возможности размещения под ней камеры первичного воздуха и устройств отвода и охлаждения донной золы. Кроме того, требуется определенный объем зауженной футерованной нижней части котла с ЦКС для организации турбулентного слоя и ступенчатой подачи воздуха. Для низкорекционных топлив необходимо увеличение высоты в целях снижения механического недожога однопролетных частиц. Анализ приведенных выше данных свидетельствует, что котлы по технологии ЦКС со швеллерковыми сепараторами и мультициклонами размещаются в габаритах существующих ячеек заменяемых пылеугольных котлов. При сжигании большинства видов топлив увеличения высоты здания не требуется.