

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СХЕМЫ КОТЛОВ С ЦИРКУЛИРУЮЩИМ КИПЯЩИМ СЛОЕМ

Е.М. ПУЗЫРЁВ, В.А. ГОЛУБЕВ, М.Е. ПУЗЫРЁВ, И.В. ПЛАТОВ
(ООО «ПроЭнергоМаш-Проект», г. Барнаул, Россия)

В зарубежной энергетике с 1980 г. наибольшее развитие получили котлы с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС), экономичные, эффективные по экологии и дающие главный вклад в строительство ТЭЦ. В России применяются схемы с кипящим слоем (КС) первого уровня, топки с высокотемпературным КС на узкой цепной решетке и котлы с форсированным КС (ФКС). Освоение ЦКС в зарубежном варианте не дало прорыва и для ликвидации отставания требуется, помимо интереса энергетиков, создание разработок более высокого уровня, причем здесь не пригодны имеющиеся нормы тепловых и аэродинамических расчетов пылеугольных котлов.

Влияние частиц на вынос и аэродинамику в модели ЦКС изучалось в плоском стенде с прозрачной фронтальной стенкой с замером расхода циркулирующих частиц (ЦЧ) и полей скорости воздуха приборами собственной разработки.

Опыты показали, что без циркуляции частицы выносятся, не влияя на аэродинамику, и замеренные доли χ выноса монофракций частиц 198 и 410 мкм соответствовали теоретическим. При включении циркуляции появляется донный КС и χ многократно снижается, теоретические модели не пригодны в ЦКС даже для оценок.

Далее изучался вынос донного КС с измерением расходов монофракций песка 410 мкм и полиэтиленовой крошки 3600 мкм в ЦКС отдельно и в бинарной смеси. Опыты показали, бинарный ансамбль ЦЧ ведет себя как поток ЦЧ осредненного размера, мелочь задерживается в донном КС, расширяя диапазон работы ЦКС. Это объясняет высокую эффективность улавливания ЦЧ в огромных, диаметром до 10 м циклонах, крупные частицы удерживают более мелкие. В итоге переход к сжиганию дробленого топлива при высокой скорости газов и циркуляции частиц привел к качественному скачку, повышению КПД циклонов до 99 %, возникли топки ЦКС.

Касаясь наладки котла ЦКС блока № 9 Новочеркасской ГРЭС, проблему можно решить не заменой угольных дробилок, а помолом золы донного КС с ее возвратом.

В горячих опытах, также на монофракциях различных углей были определены времена: сушки, воспламенения летучих и кокса и их догорания. Изучены процессы формирования



механического недожога с уносом и выявлены: бимодальный закон формирования уноса, три стадии горения и три стадии формирования уноса, характерных для антрацита, тощего, каменных и бурых углей. Рассчитывалась площадь горячей поверхности и интенсивность истирания, ее непрерывное обновление с формированием мелкого уноса, частицы 65 мкм, особенность горения в КС и ЦКС.

Рассмотрены котлы с топками ФКС. ФКС это специфический ЦКС с внутритопочной циркуляцией частиц за счет форсировки донного КС до 7–12 МВт/м² при внутритопочной сепарации ЦЧ в вихре над наклонным экраном при подаче в него вторичного дутья. По схеме реконструированы все котлы Читинской ТЭЦ-2 с повышением нагрузки на 20 % сверх номинала. Также рассмотрены и более эффективные схемы ФКС. Потоки ЦЧ на наклонных экранах и в других элементах ЦКС предложено описывать в рамках динамики тела переменной массы, задача Мещерского.

Обсуждены предложенные упрощенные конструкции котлов ЦКС без вынесенных циклонов с заменой их встроенными охлаждаемыми циклонами, выполняемыми топочными экранами. Также предлагаются новые возможности повышения эффективности технологии ЦКС, например, с применением испытанного наклонного экрана 12 (рис. 1) в многоцелевом котле 1 с ЦКС. Котел 1 имеет камеру сгорания 2, газоотводящие сопла 3, циклоны квадратного сечения 4 с экранами 15, которые скашивают углы, газоотводящими патрубками 5 и стояками 6 ЦЧ, а также дозаторы 8 ЦЧ, и эти элементы образуют контур управляемой циркуляции частиц через донный КС 9.

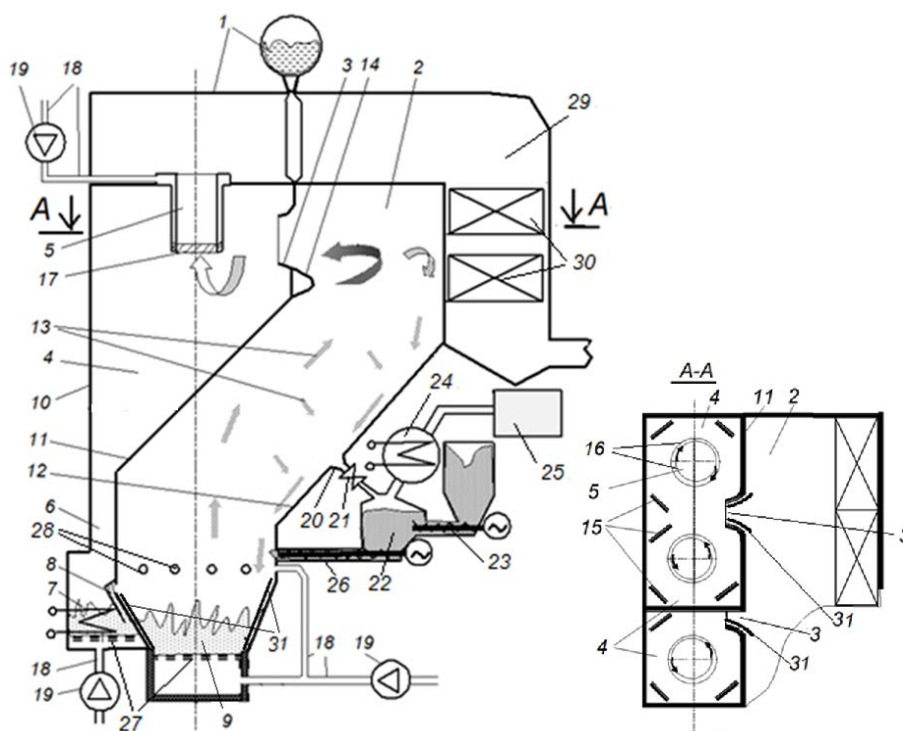


Рис. 1. Схема многоцелевого котла ЦКС

Наклон топки и аэродинамический выступ *14* вызывают сепарацию, удержание и циркуляцию ЦЧ в камере сгорания *2*, по стрелкам *13*. Поток раскаленных ЦЧ может управляемо отбираться через сливные отверстия *20* для термоконтактной обработки топлива в камере *22* с удалением влаги из загружаемого питателем *23* топлива или его пиролиза. Летучие и смолы используются в блоке *25* для получения жидкого топлива, а пары влаги топлива конденсируются в теплофикационном подогревателе *24*, повышая КПД котла. Котел является многоцелевым. Он может перерабатывать горючие отходы с высокой влажностью и работать экономично с подачей в камеру сгорания *2* сухого топлива. В другом варианте он может перерабатывать высокотемпературные углесодержащие отвалы на жидкое и газообразное топлива с производством тепловой энергии и выжженной золы как стройматериала.