

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПАРКА ПРОМЫШЛЕННО-ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ

Воинов А. П., Полунин М. М., *(Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)*

Процесс развития парка промышленно-отопительных котельных (ПОК) включает две задачи: внутреннюю – повышение уровня технологической эффективности существующих котельных – и внешнюю – строительство новых котельных, обладающих современным высоким уровнем эффективности.

Типовые проекты ПОК отражают особенности вида проектного (основного и резервного) топлива. Это касается прежде всего топочных устройств и элементов котельно-вспомогательного оборудования.

Осуществленный в 60-х годах прошлого столетия перевод значительной части ПОК с твердого топлива на газовое сопровождался относительно небольшими капитальными вложениями в изменение сооружений на промплощадке ПОК, изменение строительной части, горелочных устройств в котлах, топливной системы и системы автоматического управления котельной установкой. Это обстоятельство облегчило и ускорило указанный перевод.

В условиях нынешней структуры топливно-энергетического баланса энергетики в Украине, и особенно с учетом неизбежного, целесообразного для державы ее изменения в пользу увеличения доли твердого топлива, в ближайшие годы предстоит решать задачу возврата (перевода) значительной части «газовых» котельных на твердое топливо. Следует отметить сравнительную сложность этой задачи по сравнению с упомянутой выше задачей, решенной в 60-х годах.

Усложняют задачу следующие обстоятельства:

1. В ПОК, переведенных ранее на газовое топливо, системы приема, хранения и использования твердого топлива не сохранились, поэтому их следует создавать заново.
2. В сооруженных позднее ПОК, запроектированных на газовое топливо, системы применения твердого топлива следует создавать.
3. Значительная часть проектно-конструкторской документации по

котельным установкам и ПОК на твердом топливе устарела или отсутствует.

4. Часть элементов котельно-вспомогательного оборудования для ПОК на твердом топливе в Украине не производят.
5. Рассчитывать приходится на поступление в ПОК твердого топлива энергетического, то есть топлива низкого качества, повышенной или высокой зольности.

Несмотря на это, обширную программу работ по возврату к использованию в малой энергетике твердого топлива в качестве основного необходимо выполнять как важную задачу государственного значения. Осуществлять комплекс входящих в нее работ по их содержанию, объему, срокам и качеству необходимо лучшим образом, т.к. только в этом случае можно предельно сократить затраты ресурсов и времени.

Важность и срочность выполнения указанной программы обусловлены не только естественным направлением и напряженной динамикой изменения структуры топливно-энергетического баланса в энергетике, они обусловлены также тем, что более 75% используемых в ПОК котлов отработали свой ресурс и поэтому перешли в предельное состояние. Такое оборудование (согласно действующему стандарту и логике вещей) не целесообразно ни эксплуатировать, ни ремонтировать. Такое оборудование необходимо заменить новым. В нынешних условиях, после проведения неизбежно частых и дорогостоящих восстановительных ремонтов изношенного оборудования, его продолжают использовать. Однако технологическая эффективность его функционирования, то есть степень его экологической, экономической и общетехнической эффективности, не выдерживают критики.

Перевод на твердое топливо изношенных котельных установок – это их обновление путем технического перевооружения. На его основе после освидетельствования можно продлить ресурс барабана, экономайзера и испарителя подавляющей части изношенных котлов, дополнить их новыми высоко эффективными элементами. На основе этого можно поднять технологическую эффективность обновленных котлов до надлежащего современного уровня. Тем самым можно сократить на последующий период удельные затраты ресурсов на производство пара или теплоты обновленным оборудованием.

Предельно важным является вопрос о выборе котельно-топочной технологии, типа топчного устройства и режиме его функционирования для сжигания твердого топлива того или иного качества. Только при верном решении этого вопроса можно добиться высоких (или хотя бы терпимых) показателей технологического процесса котельной уста-

новки и ПОК в целом.

Следует обратить внимание на существенное обстоятельство. Особенностью малых потребителей, работающих на твердом топливе, является широкий диапазон изменения во времени качественных характеристик поступающего товарного топлива. Это касается не только его влажности, зольности, но и выхода летучих (то есть его реакционной способности). Изменяются даже сорт, марка поступающего топлива. В таких условиях следует применять те котельно-топочные технологии, которые допускают изменение свойств сжигаемого топлива в относительно широком диапазоне их значений. Однако среди традиционных технологий таких нет, если не считать сжигание твердого топлива в топках с ручным обслуживанием. В последних можно устойчиво сжигать топливо любого качества, однако показатели технологического процесса в лучшем случае не превышают среднего уровня, а условия труда оператора (кочегара) трудны.

В числе традиционных известных механизированных топочных устройств тепловой мощностью до 15 МВт возможно применение топок с забросом топлива на слой с фронта, топок с забросом сверху, топок с вибрационной решеткой, топок с шурующей планкой. Отметим, что применение каждой целесообразно лишь для узкого диапазона изменения свойств топлива.

Среди новых котельно-топочных технологий, в плане рассматриваемого вопроса, привлекает внимание своими уникальными возможностями технология котельно-топочного низкотемпературного кипящего (псевдоожигенного) слоя (КС). Эти возможности превратили ее в приоритетную технологию, позволяющую сжигать топливо любого вида и сорта с высокими технологическими показателями, они сделали ее предметом разработки большинством ведущих котлостроительных фирм.

Как показал углубленный анализ обстановки, в связи с предстоящим переводом части парка ПОК на сжигание твердого низкокачественного топлива, наиболее целесообразным является применение технологии КС.

В топке с КС твердое горючее сжигают в слое псевдоожигенных частиц твердого инерта — чаще всего золы сжигаемого топлива. Псевдоожигение осуществляет восходящий воздушно-газовый поток, пронизывающий слой частиц инерта при температуре 750-950°C. В КС идет высокоинтенсивное горение частиц твердого топлива, вводимого в виде дробленки (в виде частиц размером до 5-10 мм). Важно то, что при относительно низком коэффициенте избытка воздуха удается глу-

боко выжечь горючие в озоляющихся частицах топлива.

Существует два типа топок с КС: топки с пузырьковым КС (ПКС) и топки с циркулирующим КС (ЦКС).

Котельно-топочная технология низкотемпературного КС отличается рядом важных положительных свойств, среди которых отметим следующие:

Вещество КС содержит всего 2-3% горючих. Это делает топку с КС практически нечувствительной к уровню зольности вводимого в нее топлива, позволяет сжигать с высокой эффективностью топливо зольностью 40-50-60% и более. То есть, позволяет сжигать твердое топливо практически как угодно низкого качества.

Низкая температура топочной среды: 750-950°C – обуславливает концентрацию оксидов азота в выбрасываемых газах ниже предельно допустимой.

При сжигании сернистого топлива введение в топку твердой СаО или MgO-содержащей присадки (например, молотого известняка) позволяет связать серу в топочном процессе и обеспечить концентрацию оксидов серы в выбросе ниже предельно допустимой.

Процесс теплоотдачи от КС к погруженной в него поверхности нагрева весьма интенсивен (до 250-300 Вт/(м²·К) и выше), что обуславливает компактность котлов с КС.

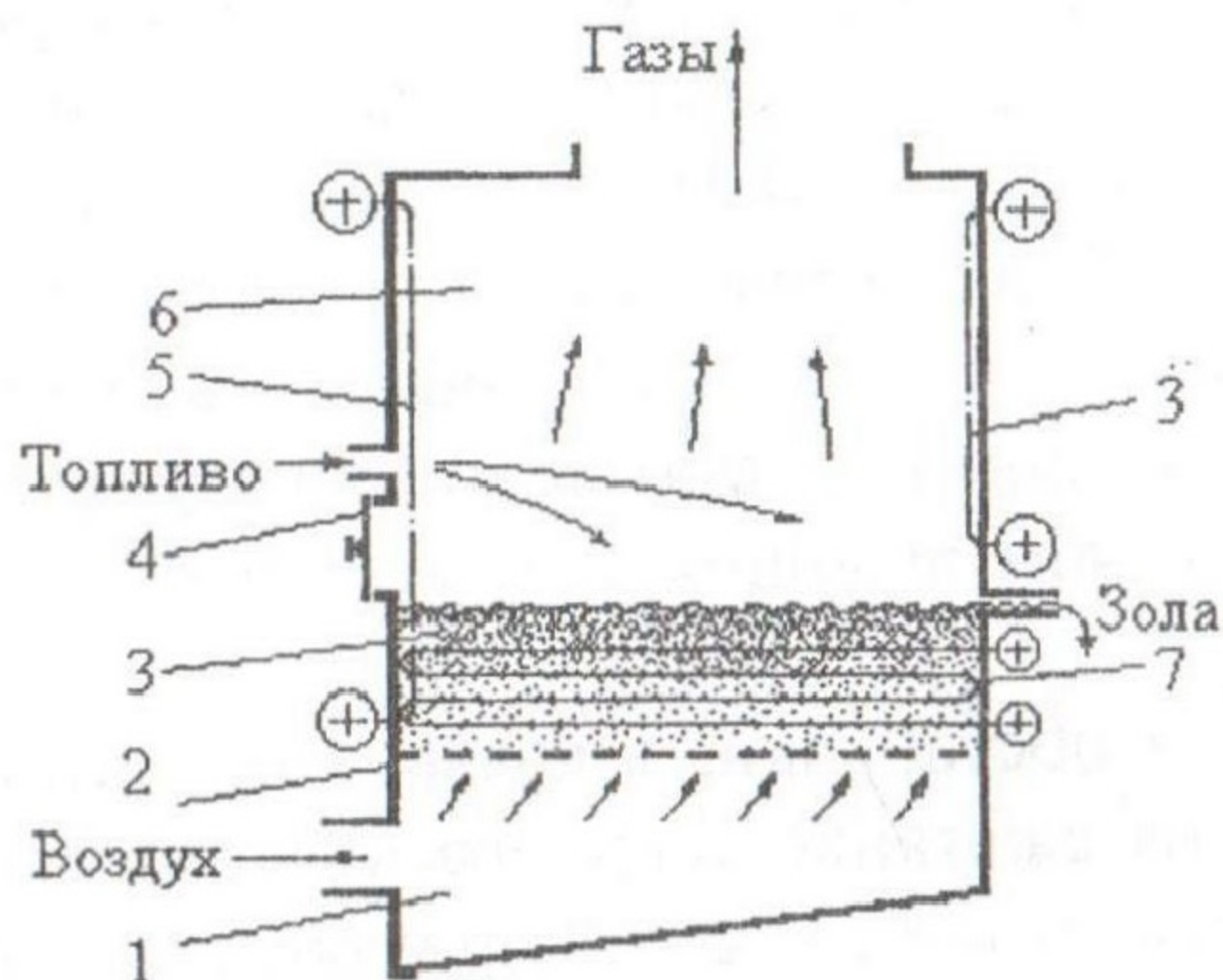


Рис. 1. Схема топки котла с пузырьковым КС

1 – дутьевая камера, 2 – воздухораспределительная решетка, 3 – кипящий слой, 4 – дверка, 5 – топочный радиационный экран, 6 – топочная камера, 7 – поверхность нагрева, погруженная в кипящий слой

На рис. 1 приведена схема топки с ПКС, работающей на твердом топливе. В ней функционирует слой псевдоожиженных частиц инерта, в которых содержится 2-3% горящих частиц топлива и кокса.

Через слой проходит воздушно-газовый поток, всплывают пузыри газовой смеси, придающие ему вид кипящей жидкости. Образующая зола пополняет запас инерта, ее избыток отводится переливом. Часть выделяющейся в слое теплоты поглощают поверхности

нагрева 7, погруженные в толщу КС. В топках с ПКС успешно сжигают не только твердое, но и жидкое, а также газовое топливо.

Высокая турбулентность КС обуславливает уникальные его свойства, в частности возможность сжигать топливо любого вида и сорта при низком уровне избытка воздуха и с малыми потерями от недожога.

Топки с ПКС целесообразно применять в котлах промышленной энергетики, то есть в агрегатах тепловой мощностью до 40 МВт.

Котлы с ЦКС действуют по иной технологии. В них инерт находится в состоянии пневмотранспорта. Он циркулирует по тракту топка–циклон–вынесенный теплообменник–топка (рис. 2). Нижняя часть топочной камеры не экранирована, т.к. в ней интенсивность внешней эрозии (то есть эрозии погруженных поверхностей нагрева котла) весьма высока. Здесь теплоту сгорающего топлива воспринимает инерт, поступающий из теплообменника 11, температурой 400 – 450°С.

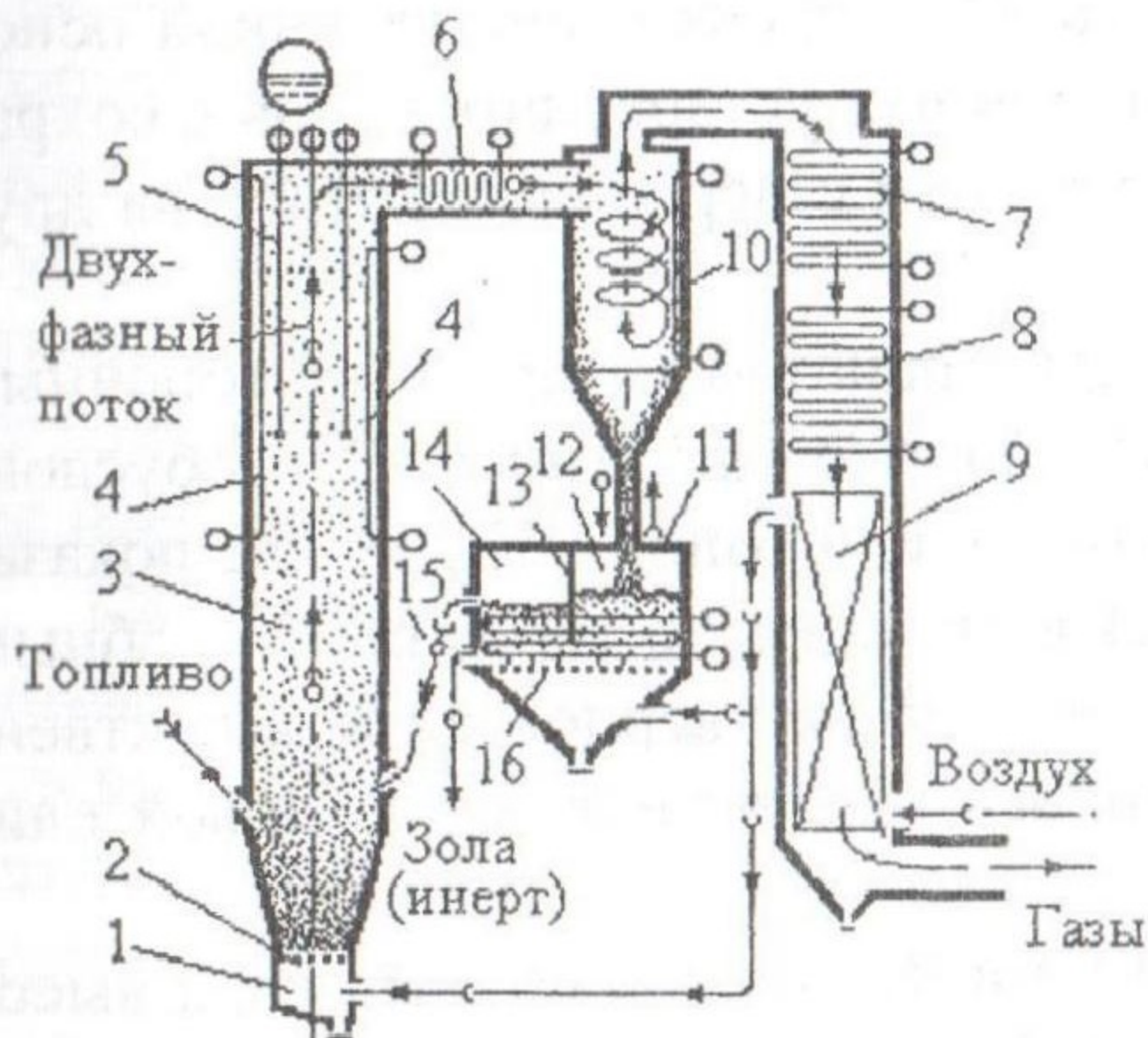


Рис. 2. Схема котла с циркулирующим кипящим слоем

1 – дутьевая камера; 2 – воздухо-распределительная решетка; 3 – топочная камера; 4 – топочные радиационные экраны; 5 – ширмы; 6, 7 – пароперегреватель; 8 – экономайзер 9 – воздухоподогреватель; 10 – циклон; 11 – вынесенный теплообменник; 12 – камера входная; 13 – перегородка; 14 – камера выходная; 15 – течка; 16 – воздухо-распределительная решетка теплообменника

В топке он нагревается до 850 – 950°С. В верхней части топочной камеры плотность вещества КС на два порядка ниже плотности его в нижней части. Поэтому интенсивность внешней эрозии здесь относительно невысока; стены топки экранированы, а сверху располагают также ширмовые поверхности нагрева 5.

Инерт охлаждается в пароперегревателе 6, затем в циклоне 10. В последнем он отделяется от транспортирующих газов и поступает в теплообменник 11, а газы направляются в хвостовые конвективные поверхности нагрева 7, 8, 9. В теплообменнике 11 с пузырьковым КС инерт охлаждается змеевиками погруженного в КС пакета труб до температуры 400 – 450°С, с помощью перелива сливается

и самотеком по течке 15 поступает в топку.

Зола сгоревшего топлива пополняет запас инерта. Для стабилизации количества циркулирующей золы, ее излишек сливается по течке 16 из теплообменника 11.

Для обеспечения перетока золы из-под циклона (где давление среды ниже давления в топке) в топочную камеру, теплообменник используют в качестве сифона. Последний образован двумя камерами, 12 и 14, и перегородкой 13 теплообменника 11.

В реальных котлах число циклонов и их ступеней, а также число вынесенных теплообменников может быть более единицы.

Хвостовые поверхности нагрева практически не отличаются от таковых в котлах традиционных типов.

Относительная сложность котлов с ЦКС делает рентабельным применение их при высокой единичной мощности, то есть в стационарной энергетике.

Технология низкотемпературного КС является продуктивной основой обновления котлов ПОК традиционных устаревших типов с сохранением топлива прежних вида и сорта или с переводом котлов на другое топливо, в том числе на твердое.

Топку с КС можно вписать в пространство устаревших топочных устройств разных конструктивно-компоновочных типов. Это обусловлено тем, что удельные тепловые показатели топок с КС лучше показателей топок традиционных типов. Все это сделало топку с КС удобным средством не только для перевода котлов на твердое низкокачественное топливо, но и для одновременного увеличения их тепловой единичной мощности.

Важно то, что на основе технологии КС можно создать парк высокоэффективных котельно-топочных систем разных типов, разной тепловой мощности и различного назначения, способных работать на топливе разного вида и сорта. Программу создания подобных котлов можно осуществить на основе использования отечественных интеллектуальных, производственных, экономических и материальных ресурсов. Более того, эта технология способна создать основу развития высокоэффективных котельно-топочных систем разной мощности на период видимой перспективы и за ее пределами. Принципиально важной особенностью парка этих котлов является возможность глубокой унификации, широкого агрегатирования и применения модульного принципа построения типорядов котлов по агрегатной мощности.

Украина располагает ограниченным, но сугубо положительным опытом создания и промышленного использования котлов с низкотем-

пературным ПКС в шахтных котельных Донбасса. На Старобешевской ТЭС «Донбассэнерго» осуществляется монтаж первого в СНГ энергетического котла с ЦКС.

Котлы с КС представляют значительный интерес для ПОК при сжигании топлива любого вида и сорта.

Вместе с отмеченным уникальным комплексом технологических достоинств котлов с КС, технология и техника КС обладают и серьезными недостатками. Это прежде всего высокая интенсивность эрозии труб котла, соприкасающихся с веществом инерта. Однако, владение закономерностями технологии КС позволяет снизить этот и другие недостатки до терпимого уровня. Достоинства же удастся использовать в полной мере и получить в результате котельно-топочные системы, не имеющие соперников в сфере использования низкосортного топлива любого вида и сорта, включая твердое низкокачественное.

На основе технологии КС целесообразно создавать новые, перспективные высоко эффективные паровые и водогрейные котельно-топочные системы разной мощности и назначения. На ее основе также целесообразно обновлять изношенные (отработавшие расчетный ресурс) котлы традиционных типов (независимо от вида сжигаемого топлива) при переводе их на твердое топливо с сохранением расчетной паропроизводительности. Более того, в большинстве случаев удастся ее несколько повысить.

Следует подчеркнуть, что при переводе котла, оснащенного, например, топкой с ручным обслуживанием, на топку с КС объем комплекса работ существенно меньше объема при переводе на любую из других известных механических топок. Заметим, что необходимые для этого пути и средства проще, а ресурсное обеспечение работ значительно скромнее. Здесь важно учесть, что в топке с КС операции по обслуживанию механизированы полностью.

Топку с КС легко компоновать с котлами традиционных типов благодаря лаконичности ее конструктивной схемы и компактности. В качестве примера покажем наиболее массовый среди промышленных агрегатов отечественного производства паровой вертикально-водотрубный котел минимальной мощности – Е 1/9 завода «Теком» (г. Монастырище Черкасской области), оснащенный слоевой топкой с ручным обслуживанием.

На рис. 3 приведен один из нескольких вариантов топки с КС, разработанных для этого котла. Применена воздухораспределительная решетка типа «живое дно», положительно зарекомендовавшая себя при использовании ее в промышленных котлах типа ДКВР. Эта решетка

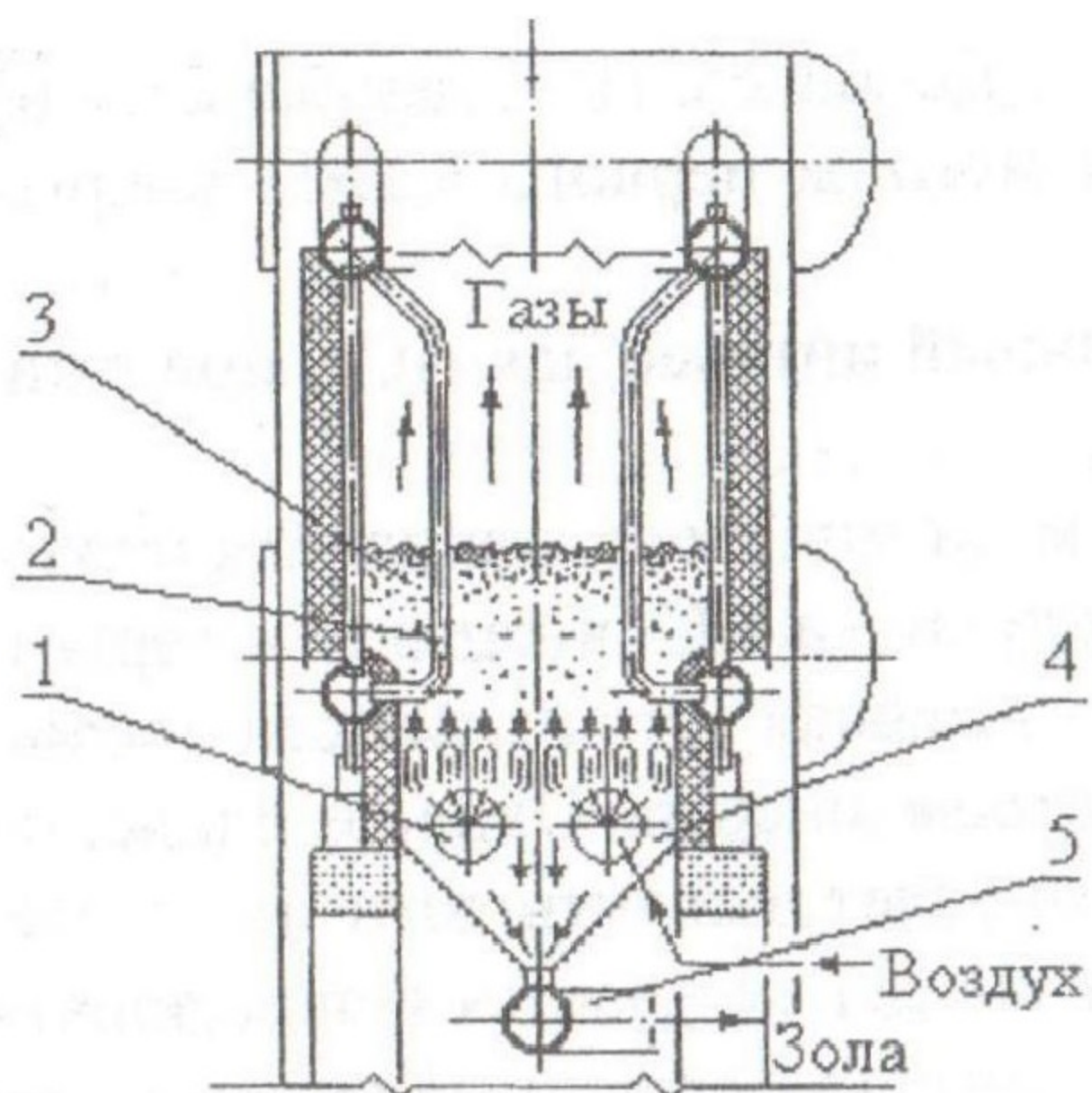


Рис. 3. Схема топки котла Е1/9 с кипящим слоем

1 – воздушная камера воздухопредельительной решетки, 2 – дополнительная поверхность нагрева, 3 – кипящий слой, 4 – зольник, 5 – канал отвода золы

новить мультициклон.

Изношенный промышленный котел устаревшего типа в результате обновления на основе новой технологии преобразуется. Прежний и обновленный котлы – это совершенно разные агрегаты, уровни технологической эффективности которых трудно сопоставимы.

В целом, для решения задачи широкого внедрения топок с КС необходимо прежде всего преодолеть психологический барьер, возведенный встречающейся недостаточной осведомленностью котельщиков-эксплуатационников в вопросах технологии КС и некоторой робостью перед ее, якобы, повышенной сложностью.

При обновлении изношенных котельных установок необходимо учитывать степень расходования ими расчетного ресурса работоспособности (иными словами, выяснять их остаточный ресурс). Для оборудования, израсходовавшего ресурс ранее, поэтому перешедшего в предельное состояние, – учитывать его реальное физическое состояние. При этом следует пользоваться положениями технической геронтологии.

Из изложенного следует важный вывод: развитие ПОК, и внутреннее, и внешнее, в русле перевода их на использование твердого энерге-

позволяет добиться надежного самопроизвольного сползания сыпучей золы к выходному окну зольника и механизму (шнеку) системы золоудаления. В топке расположены трубы дополнительной поверхности нагрева, которые, как и трубы радиационных экранов частично погружены в КС. Обслуживание топки практически полностью механизировано. В котельной должна быть установлена дробилка топлива. Проектный дутьевой вентилятор следует либо оснастить вентилятором наддува, либо заменить вентилятором высокого давления. На газоходе после котла следует выполнить осадительную камеру для улавливания частиц золы, выносимых из топки, либо уста-

тического топлива целесообразно осуществлять на основе применения технологии низкотемпературного КС в тех случаях, где ее преимущества очевидны и значительны. Следует признать, что подобные случаи составляют подавляющее большинство. Это обстоятельство объясняется универсальностью технологии КС.

Выводы

1. Парк котлов ПОК нуждается в коренном срочном обновлении как путем установки новых котлов, так и путем обновления существующих агрегатов.
2. Предстоит создание новых котлов для ПОК на твердом топливе, а также перевод значительной части действующих котлов с газового топлива на твердое топливо.
3. Задача создания или перевода котлов на твердое топливо относительно сложна, требует значительного вложения ресурсов, поэтому должна быть решена лучшим образом.
4. Важен выбор технологии сжигания твердого топлива, особенно низкокачественного. Он определяет показатели процесса перевода части ПОК на твердое топливо.
5. Среди известных технологий сжигания твердого топлива особое, уникальное, приоритетное положение занимает технология низкотемпературного КС.
6. Углубленный анализ сложившейся обстановки в сфере теплоснабжения и в структуре топливно-энергетического баланса Украины убеждает в том, что предстоящее развитие парка ПОК следует направить по пути применения технологии КС.

Литература

1. Полунин М. М., Шишовский А. С., Котенко В. И. Экономия электроэнергии в тягодутьевых системах теплогенерирующих установок.