**Влияние схемы пылеприготовления на экономичность и надежность котла ТП-100А**

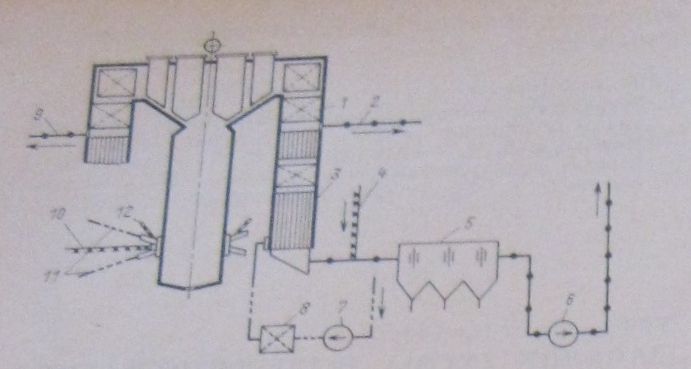
Голышев Л. В., к.т.н. Синякевич Б. Г.

Поступление на электростанцию твердого топлива ухудшенного качества с резкими колебаниями характеристик создает значительные трудности в работе пылесистем и котлов. При этом снижается экономичность котельной установки и устойчивость процессов сжигания. С целью устранения этих недостатков применяются разомкнутые схемы пылеприготовления. Положительный опыт работы разомкнутых пылесистем получен на Александрийской ТЭЦ при сжигании высоковлажных бурых углей и Черкасской ТЭЦ — на донецких газовых углях. Для котельных установок, работающих на топливе с переменной влажностью, совместно с ЦКТИ и ВТИ были разработаны технические мероприятия по применению разомкнутой индивидуальной схемы пылеприготовления с ШБМ и газовой сушкой топлива [1]. Такая схема в качестве опытной была внедрена на ряде котлов ТП-100 и ТП-100 А энергоблоков 200 МВт Бурштынской ГРЭС. Следует отметить, что при работе котлов с замкнутыми пылесистемами на каменных углях Львовско-Волынского бассейна с относительно низкой влажностью рабочего топлива (5—7 %) достигалось хорошее сгорание пылевидного топлива с содержанием горючих в уносе 1, 0— 1, 5 %. При переводе котлов на работу с разомкнутыми пылесистемами и сжигании топлива с близкими характеристиками полнота сгорания не могла значительно повыситься. Изменение экономичности котлов определялось главным образом величиной выброса из пылесистем неуловленной пыли и уменьшением потерь тепла с уходящими газами.

Для определения влияния разомкнутой схемы пылеприготовления на изменение экономичности и надежности котельной установки в условиях сжигания твердого топлива ухудшенного качества были выполнены сравнительные испытания котла ТП-100 А Бурштынской ГРЭС.

Котел ТП-100 А с естественной циркуляцией, вторичным перегревом пара и жидким шлакоудалением предназначен для работы в моноблоке с турбиной 200 МВт. Котел рассчитан на паропроизводительность 640 т/ч с параметрами пара 13, 73 МПа, 570/570 ºС при сжигании каменного угля марки Г Львовско-Волынского бассейна с Qр=24, 41 МДж/кг, Wр=7, 4 %, Aр=22, 4 %. В качестве растопочного топлива применяется мазут.

Принципиальная схема котла ТП-100 А показана ня рис. 1. Котел имеет Т-образную компоновку с двусторонним отводом дымовых газов из топки и размещением конвективных поверхностей нагрева в четырех раздельных газоходах. Топочная камера разделена двусветным экраном на фронтовую и заднюю полутопки. Восемь плоскофакельных горелок расположены в один ярус на боковых стенах топки. В верхнюю часть каждой горелки подводится высококонцентрированный поток угольной пыли. Котел оборудован двумя индивидуальными системами пылеприготовления с промбункером и шаровыми барабанными мельницами типа ШБМ 370/850 (Ш-50А). Применена сушка размалываемого топлива инертными газами, отбираемыми из газоходов после регулирующей ступени промежуточного пароперегревателя. Отбор газов из котла и транспортировка сушильного агента и пыли по тракту пылесистемы осуществляется мельничным вентилятором ВМ 100/1200. Пылесистема А выполнена по замкнутой схеме сброса сушильного агента, пылесистема Б — по разомкнутой схеме. Отработавший сушильный агент из замкнутой пылесистемы А сбрасывается через четыре плоскофакельные горелки, расположенные на левой боковой стене топочной камеры. Сброс отработавшего сушильного агента из разомкнутой пылесистемы Б выполнен после трубчатого воздухоподогревателя в газоход правой конвективной шахты. Из батарейных циклонных пылеуловителей разомкнутой пылесистемы нерегулируемый сброс пыли направлен в одну из плоскофакельных горелок.



1 - регулирующая ступень промежуточного пароперегревателя; 2 — отбор инертных газов для разомкнутой пылесиоемы Б; 3 - трубчатый воздухоподогреватель; 4 — сброс отработавшего сушильного агента из пылесистемы Б; 5 — электрофильтры; 6 — дымосос Д-25Х2ШУ; 7 — дутьевой вентилятор ВД-32Н; 8 — калориферы; 9 — отбор инертных газов для замкнутой пылесистемы А; 10 — сброс отработавшего сушильного агента из пылесистемы А; 11 — подвод горячего воздуха к плоскофакельной горелке; 12 — пылепровод высококонцентрированной подачи угольной пыли

Рисунок 1 – Принципиальная схема котельной установки

Для подогрева холодного воздуха до 70—80 °С перед воздухоподогревателем установлены калориферы. Испытания котла проводились в диапазоне нагрузок 50—90 % номинальной, при этом основные характеристики топлива изменялись в следующих пределах: Qр= 17, 72—22, 88 МДж/кг; Wр=9, 2 - 6, 2 %; Aр= =36, 6-23, 7 %. Их наибольшие относительные отклонения в процентах от расчетных величин соответственно составляли —27, 4, +24, 3, +63, 4 %.

Основной особенностью испытаний следует считать проведение в течение одного дня двух опытов в режимах работы котла с одной пылесистемой (в одном опыте — с замкнутой, в другом — с разомкнутой) при одинаковом состоянии котельного оборудования и равных режимных условиях: по качеству сожженного топлива, воздушному режиму котла, вентиляции и загрузке топливом пылесистемы и работе горелочных устройств. Режимы отличались только схемой сброса из пылесистем отработавшего сушильного агента. Это давало возможность выявить влияние на экономичность котла только одного фактора - размыкания пылесистемы. Несмотря на то что режимы работы котла с одной пылесистемой несколько отличаются от режимов работы котла с двумя пылесистемами. Полученные экспериментальные данные позволяют оценить основные особенности работы котла и средний уровень изменения экономичности.

В каждом опыте загрузка мельниц топливом определялась по тарировочным характеристикам ПСУ с последующим уточнением величины расхода топлива путем взвешивания сырого угля, снятого с участка ленты ПСУ. Расходы сушильно-вентилирующего агента измерялись с помощью напорных трубок Прандтля и выравнивались изменением положения шибера сброса сушильного агента в тракт уходящих газов. Створки лопаточного аппарата сепараторов пыли были полностью открыты и положение их не изменялось. Тонина помола готовой пыли равнялась R90=24-28 %.

Отбор проб золы для определения содержания горючих в уносе выполнялся с помощью четырех эксплуатационных установок, расположенных в газоходах за воздухоподогревателем. Специальные измерения темпера, туры и газовый анализ уходящих газов проводились в протарированных сечениях газоходов за дымососами.

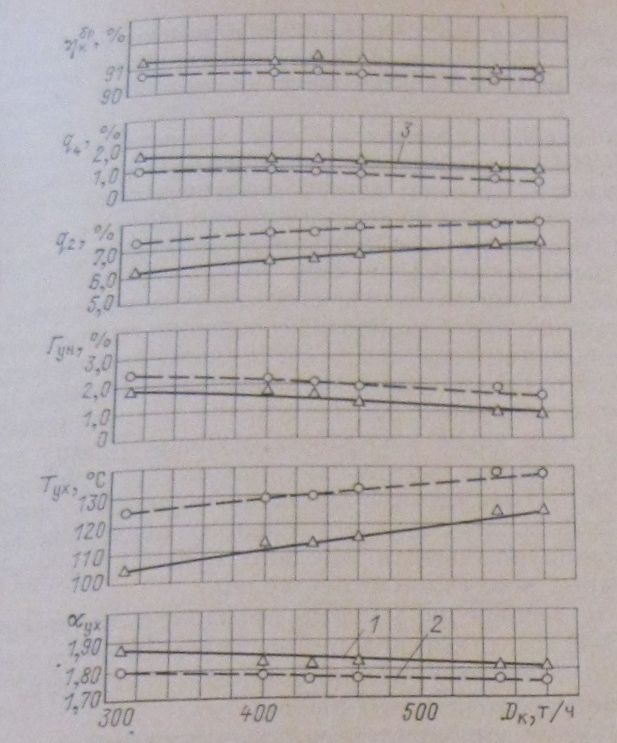
Коэффициент полезного действия (брутто) котла определяли по обратному балансу и приводили для всех опытов к одинаковым условиям усредненного качества топлива: (Qр =20, 11 МДж/кг, Wр =7, 2 %; Aр = 30, 3 % и температуре холодного воздуха 20 ºС. Потери тепла с выбросом из пылесистемы неуловленной пыли подсчитывались в соответствии с рекомендациями ЦКТИ—ВТИ [2] и учетом доли топлива, размолотого в разомкнутой пылесистеме, от общего расхода топлива на котел. Ввиду существующих ограничений по сушке топлива в пылесистеме линии рециркуляции сушильного агента не открывались.

Экономичность котла определялась при сжигания пылеугольного топлива без подсветки факела мазутом. Длительность стабилизации режима составляла 2 ч, продолжительность основного опыта 2, 0—2, 5 ч.

Перевод котла на работу с разомкнутой пылесистемой в диапазоне нагрузок 50—90 % номинальной в зависимости от качества сжигаемого топлива повышал температурный уровень факела, измеренный с помощью оптического пирометра через лючки боковых стен топки на отметках 14, 0 и 18, 0 м, на 15—55 ºС.

Повышение температуры факела наблюдалось при сжигании топлива с повышенной влажностью Wр >7, 0 %), а также при нагрузках котла менее 65 %. Во всем диапазоне нагрузок котла уменьшение содержания горючих в уносе составляло примерно 0, 5 %. При работе котла с разомкнутой пылесистемой температура факела над летками повышалась на 10—40 ºС и составляла 1590—1650 ºС, что способствовало стабильному выходу жидкого шлака во всем диапазоне нагрузок котла. Затруднения с выходом жидкого шлака имели место только при минимальных нагрузках котла, работавшего с замкнутой пылесистемой.

Графики зависимости основных показателей экономичности от паропроизводительности котла приведены на рис. 2.



1, 2 - режим котла с разомкнутой пылесистемой и с замкнутой соответственно;3 - потери тепла с механическим недожогом с учетом выброса из пылесистемы Б неуловленной пыли

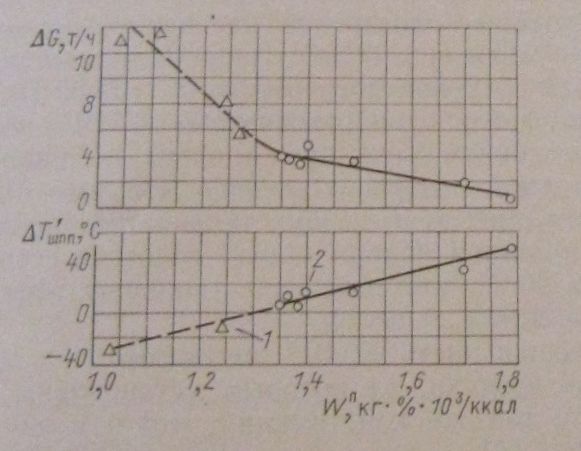
Рисунок 2 – Графики зависимости основных показателей экономичности от ларопроизводительности котла

Сброс отработавшего низкотемпературного сушильного агента из разомкнутой пылесистемы в тракт дымовых газов за воздухоподогревателем приводил к снижению температуры газов и повышению коэффициента избытка воздуха в уходящих газах. С уменьшением нагрузки котла величина сброса сушильного агента изменялась незначительно, поэтому наибольшее снижение температуры уходящих газов достигалось при низких нагрузках. В диапазоне нагрузок 50—90 % номинальной уменьшение температуры уходящих газов соответственно составило 20—12 ºС. Увеличение присосов в тракте уходящих газов при работе котла с разомкнутой пылесистемой находилось в основном в зависимости от величины присосов холодного воздуха в пылесистеме и . составляло 4—8 %.

Основные показатели экономичности котла с разомкнутой пылесистемой по сравнению с показателями работы котла с замкнутой пылесистемой изменялись следующим образом: потери тепла с уходящими газами уменьшались на 0, 8-1, 1 %; потери тепла с механическим недожогом с учетом выброса из пылесистемы неуловленной пыли увеличивались на 0, 4—0, 5 % ; к. п. д. (брутто) котла увеличился в среднем на 0, 4—0, 6 %.

В настоящее время котлы ТП-100А работают со значительными расходами воды на аварийный впрыск в промежуточный пароперегреватель, максимальная величина которых достигает 5—6 % общего расхода питательной воды на котел. При впрыске воды в тракт промежуточного перегрева снижается тепловая экономичность пароводяного цикла. Повышенные расходы воды на аварийные впрыски были вызваны: снижением температуры промежуточного перегретого пара с 570 ºС до 545 ºС согласно циркуляру № Т-4/71; переводом пылесистем с воздушной сушки на сушку инертными дымовыми газами, что создавало дополнительную 6—7 % рециркуляцию дымовых газов в топочную камеру; ухудшением качества сжигаемого топлива; повышенными присосами холодного воздуха в топку котла.

При работе котла с разомкнутой пылесистемой уменьшается общий расход дымовых газов через топку и конвективные поверхности нагрева на величину сброса отработавшего сушильного агента, что при прочих равных условиях снижает тепловосприятие промежуточного пароперегревателя, а следовательно, и величину аварийного впрыска. Однако такая однозначная зависимость нарушается, если изменяется температура дымовых газов перед промперегревателем. В зависимости от качества сжигаемого топлива переход в парных опытах с режима работы котла с замкнутой пылесистемой на режим с разомкнутой пылесистемой приводил к изменению температуры дымовых газов перед пароперегревателем. На рис. 3 приведен график, характеризующий влияние приведенной влажности топлива на уменьшение расхода аварийного впрыска при работе котла с разомкнутой пылесистемой. Расходы воды на аварийный впрыск приведены к одному значению коэффициента избытка воздуха до регулирующей ступени в каждом парном опыте. При размыкании пылесистемы и относительно хорошем качестве топлива температура дымовых газов перед пароперегревателем не превышала уровня, соответствующего работе котла с замкнутой пылесистемой. Вследствие одновременного снижения температуры и расхода дымовых газов наблюдалось значительное сокращение величины аварийного впрыска.



1, 2 — по данным испытаний Союзтехэнерго и Южтехэнерго соответственно

Рисунок 3 – Графики зависимости уменьшения расхода аварийного впрыска и изменения температуры дымовых газов перед ширмовым пароперегревателем от приведенной влажности топлива при работе котла с разомкнутой пылесистемой

С повышением приведенной влажности топлива размыкание пылесистемы не давало практически никакого выигрыша в уменьшении расхода аварийного впрыска по сравнению с работой котла при замкнутой пылесистеме.

Учитывая, что подавляющее большинство действующих котлов было рассчитано на температуру перегрева промежуточного пара 570 ºС с последующим ее ограничением до 545 ºС, при решении вопроса о целесообразности размыкания пылесистем необходимо оценивать возможное влияние размыкания на работу промпароперегревателя.

При сжигании высокосернистых углей или большей доле подсветки высокосернистым мазутом при размыкании пылесистем из-за значительного снижения температуры уходящих газов возможно ощутимое повышение скорости низкотемпературной коррозии тракта уходящих газов. Специально организованные измерения показали, что на котлах БуГРЭС скорость коррозии газоходов от РВП до дымососов возрастает на 0, 0028 мм/год при снижении температуры уходящих газов на 10 ºС. Среднее снижение температуры уходящих газов на 20 ºС при размыкания пылесистемы увеличивает скорость коррозии газоходов на 0, 0056 мм/год, или на 14 % существующего среднего значения скорости коррозии — 0, 04 мм/год.

**Выводы**

Таким образом, использование разомкнутой схемы пылеприготовления при сжигании каменных углей ухудшенного качества в котле ТП-100А оказывало следующее влияние:

К. п. д. (брутто) котла повышался в среднем на 0, 4—0, 6 % главным образом за счет снижения температуры уходящих газов. При этом создавались благоприятные условия для протекания процесса низкотемпературной коррозии газоходов тракта уходящих газов.

Стабильный выход жидкого шлака обеспечивался во всем эксплуатационном диапазоне нагрузок котла.

Величина уменьшения расхода воды на аварийный впрыск в промежуточный пароперегреватель при всех прочих равных условиях находилась в прямой зависимости от качества сжигаемого топлива.

На действующих электростанциях размыкание систем пылеприготовления требует выполнения большого объема реконструктивных работ. Поэтому перевод пылесистем с замкнутых схем на разомкнутые целесообразно осуществлять в первую очередь для котельных установок, сжигающих каменные угли с повышенной влажностью, в тех случаях, когда работа замкнутых систем пылеприготовления не может обеспечить необходимую устойчивость и экономичность топочного процесса.

**Список литературы**

1. Об эффективности разомкнутой системы пылеприготовления с газовой сушкой топлива / Афанасьев Б. П., Бургвиц Г. А., Дронов Ю. Д. и др.—Электрические станции, 1974, № 3.

2. Исследование разомкнутой системы пылеприготовления с газовой сушкой топлива/ Муравкин Б. Н., Певзнер С. С., Латышева И. С., Гринкевич Л. В.—Тр. ВТИ, 1978, вып. 15.