

Новые разработки в котельной технике

Одним из путей оздоровления энергетики, в том числе коммунальной и промэнергетики, является вовлечение в топливный баланс альтернативных топлив.

В послевоенные годы бурное развитие добычи угля, нефти и газа практически полностью вытеснило торф, растительные, древесные и другие горючие отходы из теплового баланса в СССР. Это было связано как с трудностью организации крупнотоннажного производства и заготовки этих топлив, так и с большими проблемами организации их эффективного сжигания. За рубежом эти виды топлив широко применялись и применяются сейчас, особенно в коммунальной и малой теплоэнергетике. Их использование часто дотируется государством, например, путем организации рубок ухода в лесничествах с производством дешевой щепы и при организации других природоохранных мероприятий.

Вступление России в полосу кризисов, в том числе энергетического, создает предпосылки для развития коммунальной и малой энергетики на базе использования дешевых и легкодоступных низкосортных местных топлив и горючих отходов.

Обычно, доля топлива в стоимости отпускаемого тепла составляет 40-60 %. Поэтому переход от использования дорогих энергетических углей, газа и мазута к бесплатным горючим отходам и дешевым местным топливам дает существенные выгоды. Кроме того, применение своих топлив, разработка торфяников и местных месторождений низкосортных углей хотя и потребует затрат на ведение этих работ, но в целом также скажется положительно благодаря открытию новых рабочих мест в удаленных регионах. К тому же сжигание отходов, т.е. огневое обезвреживание горючих отходов - это наиболее простой и эффективный способ кардинального решения проблемы защиты окружающей среды от загрязнений. Сжигание отходов позволяет существенно поднять экономическую устойчивость и рентабельность предприятия еще и за счет исключения затрат на экологические штрафы, на вывоз отходов, мусора и на содержание предприятием пожароопасных свалок отходов.

Основным препятствием перехода на сжигание местных низкосортных углей, торфа, растительных и древесных отходов является сложность организации устойчивого топочного процесса. Самым простым по технологии является способ слоевого сжигания на колосниковых решетках. Однако, отходы и местные угли, как правило, в таких топках не горят.

Многолетний опыт, накопленный Бийским котельным заводом (БикЗ), Центральным котлотурбинным институтом (НПО ЦКТИ), Научно - исследовательским центром ПО "Бийскэнергомаш" (НИЦ ПО "БЭМ") и другими организациями, показывает, что практически все имеющиеся типовые топки и котлы не приспособлены для сжигания древесных отходов, торфа и низкокачественных топлив типа переувлажненных бурых и других сортов местных углей. Поэтому для реализации возможности перевода котельных на сжигание нетрадиционных топлив требуются новые топочные устройства и новые технологии сжигания.

За рубежом после энергетического кризиса 70-80-х годов экономические и

экологические соображения, принимаемые во внимание при проектировании и эксплуатации котельно-топочной техники, стали определяющими. При этом главным направлением улучшения технико-экономических и экологических показателей котельных установок стало развитие топков кипящего слоя с низкой температурой сжигания.

Топочные процессы с использованием низкотемпературного кипящего слоя или сильно нагруженных инертными частицами (золой) циркулирующих потоков создают многократное увеличение тепловой инерции топки за счет введения частиц. Это стабилизирует топочный процесс, обеспечивает его изотермичность и позволяет осуществлять сжигание при относительно низкой температуре, порядка 800-1000°C.

Стремление к низкотемпературному сжиганию объясняется принципиальной возможностью снижения вредных выбросов в дымовых газах, по сравнению с широко применяемыми высокотемпературными процессами горения. При этом удовлетворяются жесткие санитарные нормы по оксидам серы и азота без применения дорогостоящих схем газоочистки.

Отечественный опыт и зарубежная практика показывают, что топки кипящего слоя соответствуют постоянно ужесточающимся и расширяющимся по номенклатуре ограничениям на выбросы широкого круга вредных веществ. Количество образующихся органических соединений типа угарного газа, бензапиренов, диоксинов и др. уменьшается благодаря равномерному и высокоэффективному перемешиванию и выжиганию в топочном объеме. Помимо этого при пониженной температуре топочного процесса возгонка минеральной части (золы) топлива минимальна и, следовательно, минимальны загрязнения поверхностей нагрева, а оксиды серы и "кислые соединения" других элементов типа хлора и фтора могут подавляться золой или серопоглопителями, например, дробленным известняком.

Изотермичность и хорошее перемешивание в топке обеспечивают низкую (меньше нескольких процентов) концентрацию горючих в золе. Такие топочные процессы характеризуются, во-первых, высокой степенью выгорания горючих и, соответственно, малыми потерями угля, и, во-вторых, позволяют сжигать различные горючие отходы и самые низкосортные топлива. При слоевом сжигании углей, даже энергетических, котельный шлак содержит до 70-80 % горючих и может успешно сжигаться в топках кипящего слоя.

В настоящее время все более отчетливо выявляются реальные пути преодоления кризиса теплоснабжения, наполовину обусловленного неэффективным и расточительным использованием топливных ресурсов и пренебрежением собственными резервами. Применение дешевых местных углей, древесных отходов, отходов зернопереработки, торфа, гидролизного лигнина, отходов углеобогащения и других отходов, зачастую имеющих "отрицательную" стоимость, позволяет решить или хотя бы снять остроту экономических вопросов жилищно-коммунальных и промышленных предприятий, значительно снизить себестоимость вырабатываемого тепла.

В качестве примера можно привести Теплоозерский цементный завод, где в 1998 г. запущен котел ТП-35У с топкой низкотемпературного кипящего слоя, работающий на местных бурых углях; - снята проблема мазута. Такой же способ сжигания применен на котлах КЕ-10 в п.Чегдомын, ДКВр-20 в г.Бикине и КЕ-25 в г.Хоре (Хабаровский край). Проведены успешные реконструкции: котла ТС-35 на Читинской ТЭЦ-2; котлов КВТС-20, ДКВр-10, ДКВр-20 в г.

Лесосибирске; котла ДКВр-20 в г. Красноярске на бурых углях. Проекты реконструкции и поставка топочных устройств, основного и вспомогательного оборудования для этих объектов осуществлены НИЦ ПО "Бийскэнергомаш" совместно с головным предприятием "Бийский котельный завод".

Котлы с топками кипящего слоя обладают уникальной "всеядностью" к топливам, отличными показателями по выбросам оксидов серы и азота, высоким коэффициентом полезного действия и особенно перспективны при переходе на сжигание высокозольных переувлажненных углей, а также древесных и других горючих отходов.

В табл. 1 представлены результаты испытаний котлов теплопроизводительностью от 2,2 до 22,9 Гкал/ч с топками кипящего слоя при сжигании различных топлив.

Как показали испытания, КПД реконструированных котлов достаточно высок. Лишь в случае опытного сжигания отсева антрацита АСШ из-за значительного (~9 %) мехнедожога КПД котлов КВ-1,6 и Ке-6,5 не превысил 77,5 %. По результатам данных испытаний были разработаны проекты котлов для сжигания АСШ с КПД не ниже 82 %.

Низкий КПД котла ТП-35У связан с отсутствием достаточной экономайзерной поверхности.

В настоящее время НИЦ ПО "Бийскэнергомаш" для котлов производительностью выше 20 Гкал/ч использует более совершенную технологию, приближающуюся по своим параметрам к циркулирующему кипящему слою.

Такая технология была применена при реконструкции котлов ТС-35У ст. № 7 и 8 Читинской ТЭЦ-2 [1].

Таблица 1

КОТЛЫ С ТОПКАМИ КИПЯЩЕГО СЛОЯ (результаты испытаний)

№	Параметры	ДКВр-10-14	КВ-ТС-20	КЕ-20-16-320
п/п		г.Лесосибирск, котельная Канифольного завода, Березовский Б2, НТКС	г.Лесосибирск, пиковая котельная, Березовский Б2, НТКС	Пермский фанерный завод, древесные отходы, НТКС
1.	Расход пара, т/ч	11	-	20,2
2.	Избыточное давления па-ра, кгс/см ²	10,7	-	15,5
3.	Температура пара, °С	насыщенный	-	320
4.	Температура воды на входе в котел, °С	104	70	105
5.	Температура воды на вы-ходе из котла, °С	-	135	-
6.	Давление воды на входе в котел, кгс/см ²	11,5	8	16,5
7.	Теплопроизводительность, Гкал/ч	6,19	20	12,79

8.	Температура уходящих газов, °С	152(ВЭ)	230(ВП)	162(ВЭ)
9.	КПД брутто, %	82,12	81,06	83,88
10.	Характеристики топлива на рабочую массу:			
	- низшая теплота сгорания, ккал/кг	3781	3940	2470
	- влажность, %	35,3	35,02	39,4
	- зольность, %	4,5	3,2	0,81
	- выход летучих, %	47,3	47,5	-
11.	Расход топлива, кг/ч	1994	6234	6173
12.	Удельный расход условного топлива, кг/ч	173,9	176,0	170,0
13.	Концентрация вредных выбросов (приведено к $\alpha = 1,4$), мг/м ³ не более:			
	- СО	460	144	433
	- NOx	440	329	194
	- SO ₂	-	-	-

Продолжение табл.1

№	Параметры	КВ-1,6-95	КЕ-6,5-14	ТП-35У
п/п		г. Барнаул, Тепловые сети, опытное сжигание, АСШ, НТКС		п. Теплое озеро, Цементный завод, Харанорский, НТКС
1.	Расход пара, т/ч	-	8,1	34,1
2.	Избыточное давления пара, кгс/см ²	-	9,2	12,5
3.	Температура пара, °С	-	насыщенный	341
4.	Температура воды на входе в котел, °С	86	90	80
5.	Температура воды на выходе из котла, °С	112	-	-
6.	Давление воды на входе в котел, кгс/см ²	4	-	23
7.	Теплопроизводительность, Гкал/ч	2,2	4,6	22,94
8.	Температура уходящих газов, °С	200	179 (ВЭ)	254*
9.	КПД брутто, %	76,9	77,5	76,74*
10.	Характеристики топлива на рабочую массу:			
	- низшая теплота сгорания, ккал/кг	5754	5754	2980
	- влажность, %	13,4	13,4	36,95
	- зольность, %	13,2	13,2	12,96

	- выход летучих, %	4,47	4,47	46,9
11.	Расход топлива, кг/ч	488	1004	10031
12.	Удельный расход условного топлива, кг/ч	182	183	186
13.	Концентрация вредных выбросов (приведено к $\alpha = 1,4$), мг/м ³ не более:			
	- CO	-	-	295
	- NO _x	250	230	286
	- SO ₂	177	240	-

Выбранная конфигурация топки (показана на рисунке) и система вторичного дутья позволили:

- улучшить выжиг топлива (мехнедожог не превышает 2,5 %) без применения дорогостоящих систем возврата уноса, применяемых на котлах с циркулирующим кипящим слоем; КПД котла на номинальной нагрузке составил 86,0 %;

- в 2 раза снизить выбросы оксидов азота, концентрация которых на реконструированном котле не превышает 200 мг/м³;

- устранить потери тепла с химическим недожогом.

Параметры работы котла до и после реконструкции приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Параметры	Ед. измерения	До реконструкции	После реконструкции
1.	Расход пара	т/ч	35	42
2.	Давление перегретого пара	МПа	3,9	3,9
3.	Температура перегретого пара	°С	440	440
4.	Температура питательной воды	°С	105	105
5.	Потери тепла с механическим недожогом	%	4,5	2,5
6.	КПД котла, брутто	%	82	86
7.	Диапазон регулирования нагрузки	%	40-100	52-100
8.	Избыток воздуха за топкой	-	1,4	1,3
9.	Температура уходящих газов за ВЗП	°С	175	180
10.	Концентрация CO, не более	ppm	4000	100
11.	Концентрация оксидов азота, не более	мг/м ³	450	200

В результате реконструкции удалось получить более надежный и управляемый котел с КПД брутто не менее чем на 4 % выше, чем до реконструкции. Надежность, безопасность и экологические характеристики новой топки не только не уступают слоевым и факельным топкам, но и превосходят

ИХ.

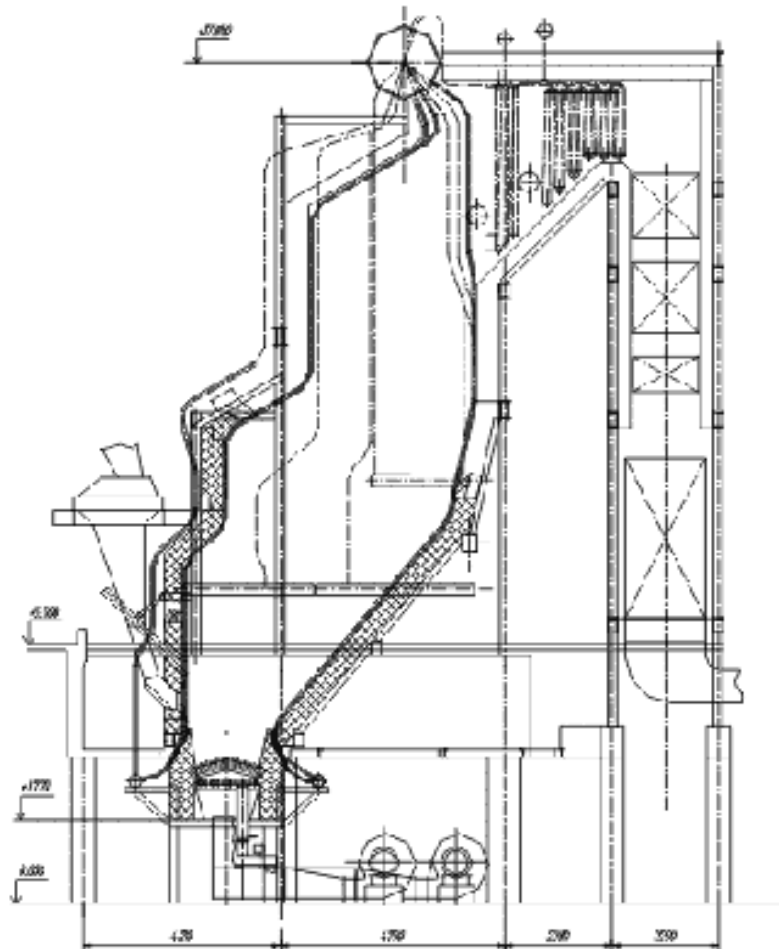


Рисунок. Котел Е-42-3,9-440 ст.№7 Читинской ТЭЦ-2

Не менее перспективной является технология сжигания топлив в низкотемпературном вихре. Она применима для обычных энергетических и местных углей, а также древесных и растительных отходов. По стабильности горения, глубине выгорания топлива и экологическим показателям котлы с низкотемпературным вихревым сжиганием приближаются к характеристикам котлов с топками кипящего слоя. На вихревой способ сжигания переведено три котла ЭЧМ-60 производительностью 60 Гкал/ч в котельной ЖКХ г.Междуреченска Кемеровской области. Реконструкция позволила отказаться от подсветки факела мазутом. До реконструкции около 30% нагрузки котлов обеспечивалось сжиганием мазута. Эта же технология использована в котлах КЕ-4 и КЕ-6,5 для сжигания подсолнечной лузги в г.Барнауле.

В Абазинском лесокомбинате в Хакасии работа одного котла КВ-1,6-95ВД с вихревой топкой на древесных отходах за один отопительный сезон дала экономию средств на оплату централизованного теплоснабжения от ТЭЦ, достаточную для покрытия затрат по строительству и оснащению собственной котельной. Возможность утилизации загрязняющих природу отходов и их огневое обезвреживание является наиболее важным экологическим показателем работы подобных котельных. Поэтому согласование строительства собственной котельной в Абазинском лесокомбинате не встретило традиционного противодействия комитета по экологии, а нашло его полную

поддержку.

Приведенный перечень примеров является далеко не полным и касается лишь, так называемых, "особых" котлов. Экономические проекты, основанные на использовании таких котлов, чрезвычайно выгодны. Срок окупаемости вложенных средств составляет от 3-х месяцев до 1,5 лет в зависимости от конкретных условий.

Необходимо также отметить, что типовое котельное оборудование можно использовать с не меньшей выгодой. Не секрет, что в силу монополизма высоких тарифов на отпускаемые энергоносители многие руководители предприятий желают "отсоединиться" от ТЭЦ. Экономия в этом случае получается весьма значительной. К примеру, собственная котельная, состоящая из трех котлов типа ДЕ-25, построенная в одном из опустевших производственных цехов здания "Трансмаш" в г.Барнауле, окупилась за 6 месяцев.

Серийное типовое оборудование может быть адаптировано к местным топливам и условиям выработки и потребления энергии. Им могут комплектоваться ТЭЦ малой мощности с турбинами до 12,5 МВт для покрытия собственных потребностей в электроэнергии, технологическом паре и отоплении.

Выгодным мероприятием для теплопроизводящих предприятий является замена устаревшего, изношенного парка котлов, зачастую изготовленных полукустарным способом, на современное высокоэффективное оборудование. При этом снижается расход угля, повышается надежность работы, улучшаются экологические показатели котельной и условия труда персонала.

Литература

1. Тихонов С.Б., Беломестнов Ю.А. Новая технология сжигания бурых углей в топках с низкотемпературным кипящим слоем с вертикальным вихрем. Электрические станции, № 11, 2000 г., с. 28-30.