

СЖИГАНИЕ КАВИТАЦИОННОГО ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ КИПЯЩЕМ СЛОЕ

Матузов С.В.

ООО «СДС-Тепло», г. Кемерово

При использовании в промэнергетике отходов углеобогащения и углереработки с применением систем приготовления ВУТ, принятых для объектов «большой» энергетики экономически и технологически едва ли оправдано, поэтому нами предлагается исследовать горение ВУТ в установках, позволяющих использовать упрощенные технологии приготовления и сжигания водоугольных смесей и прежде всего в котлах кипящего слоя.

На первом этапе в наших экспериментах использовалось КаВУТ – кавитационное водоугольное топливо.

Преимущество КаВУТ, как экологически чистого топлива, заключается в снижении токсичности во всех технологических операциях (приготовление, транспортирование, хранение, использование); снижении взрыво- и пожароопасности во всех технологических операциях; отсутствии опасности загрязнения воздуха, почвы и водоемов, при хранении и транспортировании; снижении вредных выбросов в атмосферу при сжигании.

Проблема использования водоугольного топлива на котельных Кузбасса не нова, но по разным причинам до сегодняшнего дня она не получила практического решения. Технология, которая сегодня внедряется на котельной ЗАО «Черниговец» – по способам приготовления и сжигания ВУТ – единственная в Кемеровской области. Она предусматривает приготовление топлива из отходов углеобогащения обогатительной фабрики ЗАО «Черниговец» с последующим его сжиганием. Такая технология позволяет решать сразу несколько важных задач: экономить расходы при замене угля на более дешевое топливо, оптимизировать производственный процесс путем его автоматизации, и что не менее важно – улучшить экологию, т.к. эффективность сжигания ВУТ составляет 98%, что дает возможность минимизировать вредные выбросы.

Кавитационное водоугольное топливо характеризуется высоким уровнем местного динамического компрессионного и температурного воздействия на обрабатываемый материал (до 2000°С и 25000 атм). В результате твердый компонент смеси (уголь) измельчается до заданной степени дисперсности, а суспензия приобретает новые свойства, выгодно отличающие ее от получаемой традиционным способом, в том числе:

– стабильность на протяжении длительного времени (контрольные образцы выдерживались около трех лет) и пластичность без каких-либо присадок при содержании твердого до 70%;

– полностью высушенное или частично обезвоженное топливо переходит при добавлении воды в состояние устойчивой суспензии без механического воздействия;

– топливо не увеличивает объема при замерзании, а после размораживания восстанавливает свои исходные свойства.

Перечисленные качественные показатели кавитационного водоугольного топлива (в дальнейшем – КаВУТ) получены в результате лабораторных исследо-

ваний образцов топлива, приготовленного на действующей установке производительностью 30 т/час. Подобная установка работала в течение двух лет на Енисейском ЦБК и обеспечивала водоугольным топливом котлы-утилизаторы целлюлозно-бумажного производства.

Летняя котельная ЗАО «Черниговец» является источником теплоснабжения промплощадки разреза в летний период года и не приспособлена для работы зимой.

В качестве топлива для сжигания в реконструированном котле применяется кавитационное водоугольное топливо КаВУТ, приготовленное из шлама угля марки ССр обогатительной фабрики ЗАО «Черниговец» (г. Березовский Кемеровской области).

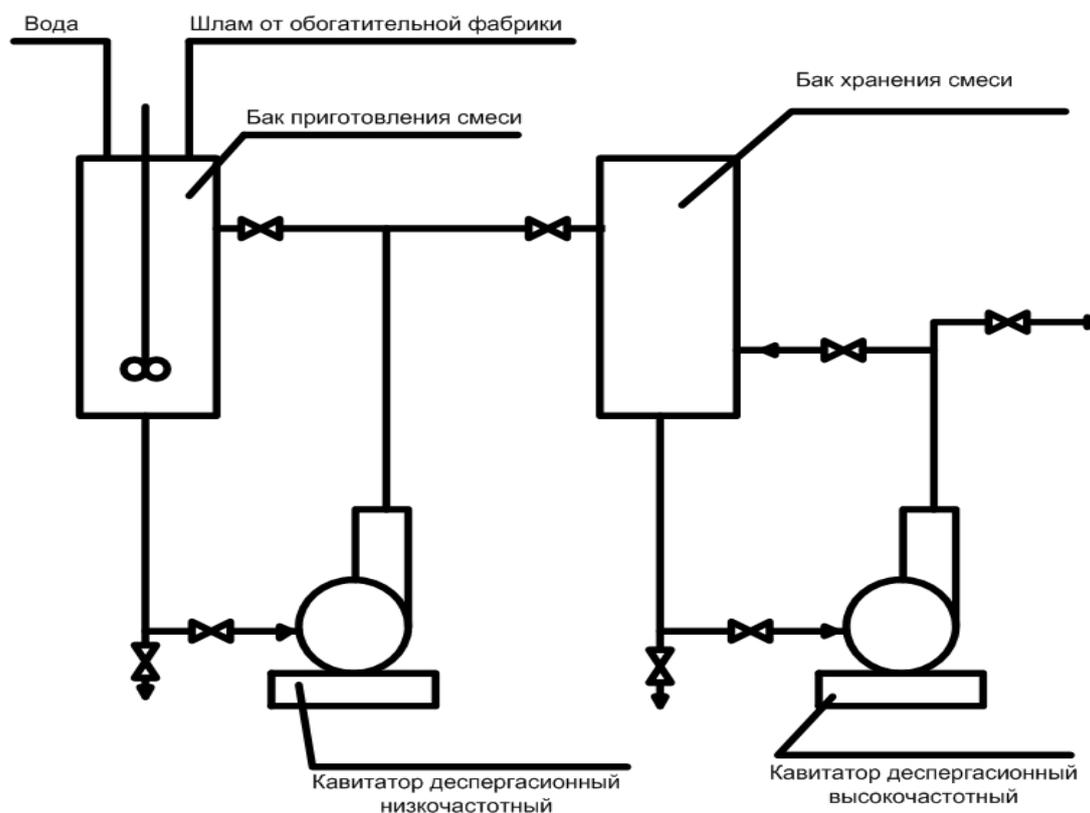


Рис. 1. Схема приготовления КаВУТ

Шлам после обогатительной фабрики с фракцией 0-13 мм поступает в бак приготовления смеси, где перемешивается с помощью мешалки. Далее после бака топливо поступает на кавитационный диспергатор первой ступени, где происходит частичное смешение и диспергирование до полного измельчения. Далее после первой ступени смесь поступает на кавитационный диспергатор второй ступени где происходит приготовление КаВУТ необходимого состава. После второй ступени топливо поступает в бак хранения КаВУТ (Рис.1).

Подача топлива на котел Е-1/9 осуществляется от питательного насоса Н1В-1,0/2,5 оснащенного частотным преобразователем.

Приведенные здесь эксперименты по сжиганию носят демонстрационный характер, так как основной задачей является сжигание ВУТ из отходов, полученного по более простой и дешевой схеме приготовления.

Сжигание КаВУТ производится в паровом котле Е -1/9, оснащенного топкой НТКС (низкотемпературный кипящий слой).

Использование данной топки позволяет эффективно сжигать КаВУТ достигая при этом максимальной производительности котлоагрегата. При разработке данной системы сжигания были выполнены следующие работы:

- смонтированы воздухопроводы и вентилятор рециркуляции дымовых газов;
- изготовлен и смонтирован воздухоподогреватель ВП-25, F=25 м;
- смонтированы трубопроводы рециркуляции дымовых газов;
- произведена переобвязка воздухоподогревателя;
- смонтирована осадительная камера перед вентилятором рециркуляции;
- смонтирована система возврата уносов.

Котел Е 1/9 – паропроизводительностью 1 т/ч и давлением 0,9 МПа. Котел состоит из двух барабанов (нижнего и верхнего), конвективного пучка труб и топочного экрана. Трубы конвективного пучка и топочного экрана имеют один и тот же диаметр 51x2,5 мм. Конвективный пучок труб разделен металлической перегородкой, что обеспечивает необходимую скорость газового потока. Для включения топочного экрана в циркуляционный контур в котле предусмотрены четыре боковых и один фронтальной коллектор. Список и параметры котельного оборудования приведены в таблице 1.

Таблица 1

Паспортные данные котлоагрегата Е-1/9 до реконструкции

1.	Расход пара т/час	1,0
2.	Давление в барабане	до 9,0 кгс/см ²
3.	КПД котла	74%

Параметры котлоагрегата после реконструкции

1.	Марка котла	Е-1/9 с реконструированной топкой для сжигания КаВУТ
2.	Расход пара т/час	1,0
3.	Давление в барабане	до 9,0 кгс/см ²
4.	КПД котла	86,4%
5.	Максимальный расход топлива	320 кг/час
6.	Батарейный циклон	БЦ 2x4(3+2)
7.	Дымосос основной	ДН-12,5 n=1000 об/мин
8.	Дымосос резервный	ДН-10 n=1000 об/мин
9.	Вентилятор дутьевой	19ЦС n=3000 об/мин
10.	Вентилятор рециркуляции	19ЦС n=3000 об/мин
11.	Топливоподача: Насос винтовой	1В-1/5, Q= 1,0м ³ /час – с частотным приводом
12.	Насос перекачки КаВУТ	1В-20/10
13.	Приготовление КаВУТ: - ёмкость с мешалкой (1-я ступень кавитации) - ёмкость (2-я ступень кавитации)	V=2,5м ³ V=3м ³
14.	Кавитатор 1-й ступени	n=3000 об/мин; N=160 кВт; Q=30 т/час
15.	Кавитатор 2-й ступени	n=3000 об/мин; N=90 кВт; Q=30 т/час
16.	Шлакоудаление	скребковый конвейер в бункер шлака
17.	Возврат уносов	Дутьевым вентилятором 19ЦС, эжектор, трубопроводы Ø40, Ø159, золоборник.
18.	Максимальный расход топлива	320 кг/час

Кавитаторы работают периодически, т.к. производительность намного выше расхода топлива в котел.

Котел Е 1/9 оснащен топкой НТКС (низкотемпературного кипящего слоя). В топке используется воздухораспределительная решетка, над которой непосредственно находится кипящий слой с насадкой.

По сравнению с серийным котлом изменена схема подачи воздуха. Первичный воздух подается в воздушный короб под воздухораспределительную решетку. Вторичный воздух подается непосредственно в надслоевой объем.

В топочном объеме котлов с кипящим слоем постоянно присутствует инертный материал (насадка). Инертным материалом может служить – песок, щебень, мелкий гравий с размером частиц до 6 мм, насыпной плотностью не более 1100 кг/м³, температурой плавления не менее 1100°С.

Высота слоя насадки в котле 150 мм.

Ввод топлива осуществляется под давлением в верхнюю часть топки, через насос-форсунку расположенную на фронтальной части котла. Частицы топлива, падая в слой, интенсивно перемешиваются с разогретой до 850°С насадкой, быстро прогреваются до температуры слоя, высыхают и воспламеняются. В процессе выгорания, истирания и растрескивания размеры частиц уменьшаются. Достигнув определенной величины, они выносятся из слоя. Мелкие частицы подаваемого в топку топлива подхватываются газами в надслоевом пространстве, воспламеняются и сгорают вместе с частицами, вынесенными из слоя, образуя факел в надслоевом объеме.

Розжиг котлоагрегата производят с помощью пропана. После прогрева слоя до температуры горения КаВУТ подается в топку котлоагрегата.

Анализ результатов испытаний

Характеристики шлама угля марки ССр – ЗАО «Черниговец» г. Кемерово:

а) теплотворная способность, ккал/кг	$Q_n^p - 3000$
б) влажность, %	$W^p - 48$
в) зольность, %	$A^p - 26$

Топливо КаВУТ приготовленное из шлама угля марки ССр:

а) теплотворная способность, ккал/кг	$Q_n^p - 2800 \div 3000$
б) влажность, %	$W^p - 44,5 \div 48,5$
в) зольность, %	$A^p - 26$

Во время испытаний котлоагрегат работал на 3-х нагрузках, в зависимости от частоты вращения эл. двигателя, нагрузки выбирались следующие:

- 1 т/ч – производительность 320 кг/час – 100%;
- 0,8 т/ч – производительность 240 кг/час – 64%;
- 0,5 т/ч – производительность 170 кг/час – 53%;

Себестоимость 1 тонны приготовления КаВУТ

Затраты на электроэнергию для приготовления КаВУТ, руб/кВт*ч

Оборудование	Наработка, ч/год	Мощность, кВт	Коэф. использования	Расход эл. эн. в год, кВт*ч/год	Тариф э/э, руб/кВт*ч	Расход эл. эн. в год, руб/кВт*ч
Кавитатор 1 ступени	2928	160	0,7	327936	1,7	557 491,20
Кавитатор 2 ступени	2928	90	0,7	184464	1,7	313 588,80
ИТОГО						871 080,00

Затраты на воду для приготовления КаВУТ, руб/год

Вид ресурса	Расход, м ³ /год	Цена, руб/м ³	затраты, руб/год
Вода	468	5,85	2 737,80

Расход топлива в летний период работы котельной составляет 320 кг/час, при этом период работы котельной составляет 2928 часов в год.

Расход топлива в период работы котельной составляет 936,96 тонн/год.

Себестоимость одной тонны приготовления КаВУТ составит 932,61 руб/тонн.

Стоимость одной тонны рядового угля марки СС добываемый ЗАО «Черниговец» составляет 1 625 руб/тонн. При этом экономия составляет 692,39 руб/тонн. **Экономический эффект за счет замены рядового угля на КаВУТ составляет – 648 742,20 руб./год.**

Выводы:

1. В результате выполненной работы по сжиганию отходов углеобогащения в котле кипящего слоя установлена техническая возможность утилизации таких отходов в виде КаВУТ.

2. Модифицированный котел легко запускался, стабильно выдавал номинальные параметры с ростом КПД по сравнению, с серийным котлом от 74 % до 86,4 %. Нагрузка менялась от 50% до 100% с минимальными изменениями КПД.

3. При использовании КаВУТ из отходов углеобогащения снижается себестоимость 1 тонны с 1 625 руб./т до 932,61 руб./т.

4. Экономический эффект при работе на КаВУТ на котле НТКС составляет 648 742,2 рублей с периодом работы 2 928 ч/год.

5. Необходимо проведение дальнейших исследований по сжиганию отходов в котлоагрегате кипящего слоя с целью снижения расходов на приготовление топлива и упрощения схемы сжигания.