УДК 620.9.662.6

ТЕХНОЛОГИЯ СКОРОСТНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ БУРЫХ УГЛЕЙ С ПОВЫШЕНИЕМ ИХ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ.

Андриенко В.Г., Божков А.Ю., Горлов Е.Г., Моисеев В.А., Ребцовский А.А., Рубан В.В.

ЗАО «КОМПОМАШ-ТЭК», Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается новая технология термообработки бурых углей. Для ее использования были разработаны специализированные горелочные устройства и форсунки, технологическая система очистки дымовых газов. При разработке технологии были учтены результаты базовых решений Института горючих ископаемых (г.Москва, Россия)

ВВЕДЕНИЕ

Технология и создаваемое оборудование по скоростной термообработки бурых углей, в отличие от существующих, основаны на использовании высокоэффективного метода теплового удара в вихревом потоке дымовых газов с низким содержанием кислорода в аппаратах типа «вихревая камера» ,предложенная в 80-х годах П.З.Шубейко, В.П.Козыревым и конструктивно отработанная на многих опытных образцах в Институте горючих ископаемых. В оборудовании такой конструкции процесс ускоренного удаления влаги и снижения содержания «летучих» осуществляется за счет аэродинамического и термического факторов.

Главным преимуществом такой технологии и оборудования является: взрывобезопасность и высокая интенсивность термообработки исходного продукта. За счет использования новой конструкции очистки дымовых газов от золы и уноса термообработанных мелких классов угля — гравитационных сепараторов и динамических фильтров («ноу-хау») обеспечивается минимальное содержание золы и мелких классов угля в выходящих в атмосферу дымовых газов, ниже 10 мг/нм^3, что соответствует Европейским экологическим нормам.

ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Блок-схема процесса скоростной термообработки бурых углей, показанная на рис.1 (см. в конце статьи), разработана с отражением основного оборудования сгруппированного в модули, блоки, которое соединено материальными потоками воздуха, дымовыми газами с дробленным углем, водоуглесодержащей топливной суспензией и др. При формировании блок-схемы и разработке технологии предусмотрены технологические операции и оборудование по обеспечению:

1. Экологической безопасности за счет следующих конструктивных решений:

1.1. На выходе из камеры сгорания размещается градиентный сепаратор и динамический фильтр для очистки дымовых газов от золы до нормативных значений – 10 мг/нм^3 .

1.2. На входе в дымовую трубу устанавливается другой градиентный сепаратор и динамический фильтр для очистки дымовых газов от уноса мелких классов сырого и термообработанного угля до нормативных значений – 10 мг/нм^3.

На рис.2 показана принципиальная конструкция градиентного сепаратора в сборе с динамическим фильтром.

1.3. На камере сгорания устанавливается низкотоксичное горелочное устройство со специальной кавитационной форсункой для качественного распыла водоуглесодержащей

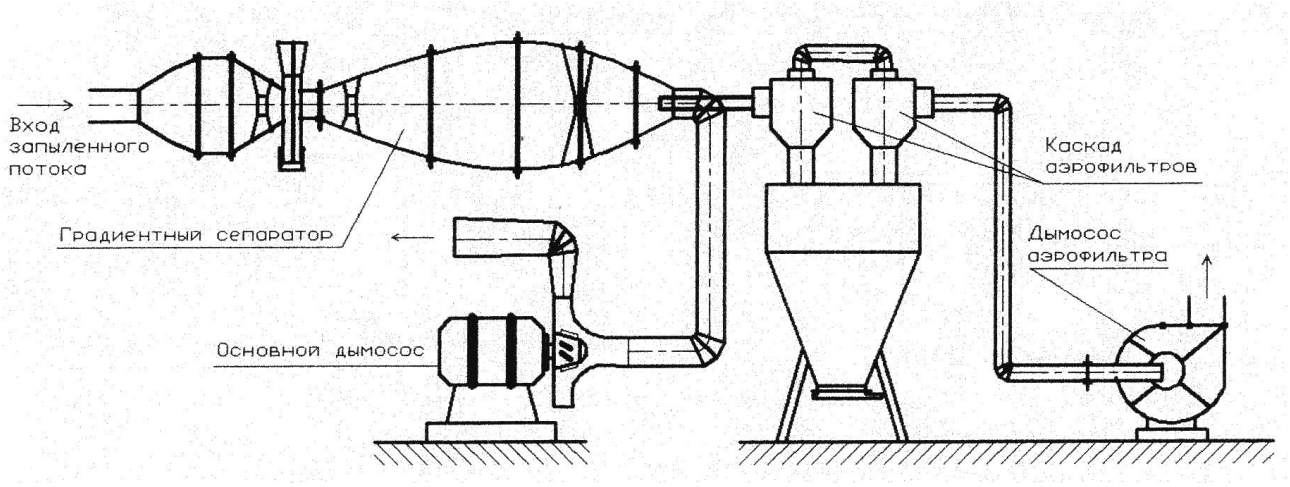


Рис.2 Принципиальная технологическая схема для очистки дымовых газов: на выходе из камеры сгорания от золы; на выходе из питательного силоса от мелких классов дробленного и термообработанного угля.

топливной суспензии и снижения NO_x до нормативных значений – 200 мг/нм^3.

На рис.3 показано низкотоксичное горелочное устройство со специальной кавитационной форсункой.

1.4. Предусматривается модуль высокоэффективного оборудования для приготовления и подачи в камеру сгорания мелкодисперсной водоуглесодержащей топливной суспензии, приготавливаемой на месте из отсева мелких классов термообработанного угля, снижающего вредные выбросы в атмосферу до нормативных значений и создающие условия при эксплуатации создаваемого Комплекса в экономичности и независимости от видов используемого топлива.

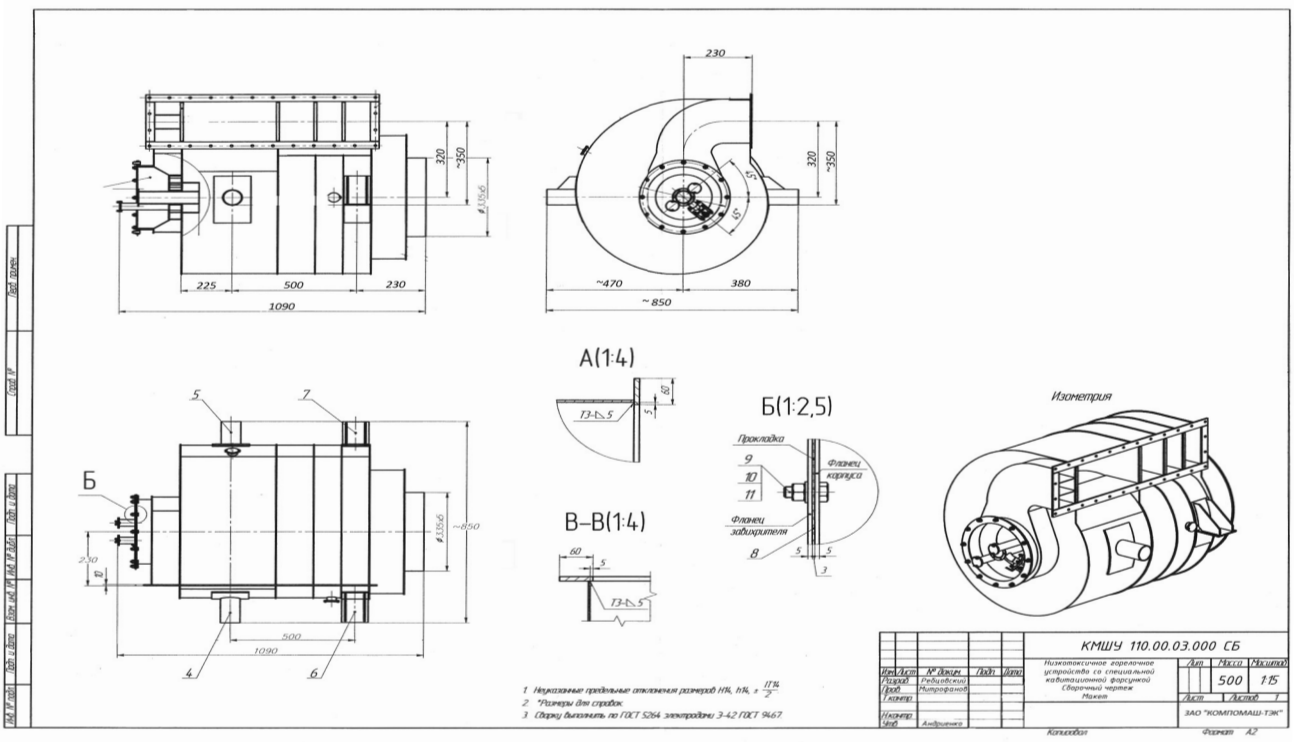


Рис.3. Конструктивные решения низкотоксичного горелочного устройства со специальной кавитационной форсункой.

2. Экономической эффективности – за счет высокоскоростной термообработки угля в вихревых камерах с использованием эффекта «теплового удара» в течение 3 секунд, снижающий содержание влаги до 1% и увеличивающий теплотворную способность низкосортных углей в 1,5-1,7 раза с приданием бурым углям характеристик каменных углей.

На основе базовых решениях института ИГИ (было изготовлено в ИГИ несколько экспериментальных установок производительностью: 250 кг/ч влажного бурого угля с размещением на базе в п. Жилево Московской области; 600 кг/ч влажного бурого угля с размещением в г. Видное на Коксогазовом заводе; 1 т/ч влажного бурого угля с размещением на Установке СТ-5, шахта Бельская, г. Новомосковск), при разработке технологии было учтено следующее:

– ранее топливом для получения дымовых газов было дизтопливо, или природный газ, что для промышленных установок не приемлемо (если размещать на разрезах, шахтах и др. топливом должен быть сам уголь);

– температура нагрева ранее была принята около 600ºС с выдержкой до 30 мин, а на создаваемом Комплексе температура будет достигать – до 720ºС и с временем пребывания угля до 3 секунд. Именно при такой температуре будет работать эффект «теплового удара», который не только быстро удаляет влагу (остаточная – до 1%), но и увеличивает теплотворную способность термообработанному бурому углю в 1,5-1,7 раза, что делает равным по характеристикам с каменным углем. В лабораторных условиях ИГИ ранее определило эту температуру (720ºС);

– учитывая экспериментальный и опытный характер ранее изготовленных ИГИ установок (1995-1998 г.г.), не предусматривалось решение вопросов по удалению из дымовых газов золы, после камеры сгорания, что может увеличивать зольность в термообработанном продукте и снижать его качество. Очистка дымовых газов проходящих через дробленный влажный уголь для его первоначальной подсушки и далее с выходом в дымовую трубу, также не предусматривалось. Это загрязняло атмосферу мелким классом термообработанного угля и мелким классом сырого измельченного угля, что могло сокращать объемы получаемого товарного продукта.

Скоростной термообработке подвергаются бурые угли марки 1Б, 2Б и 3Б крупностью более 7 мм.

Рядовой бурый уголь согласно блок-схеме процесса скоростной термообработки (рис.1) крупностью более 7 мм с влажностью 35% и выше по транспортеру поступает из угольного склада в сырьевой бункер 1 с питателем, из которого дозировано подается в специальную дробилку 2 (поток на схеме – уг-0). Из дробилки 2 дробленный бурый уголь (промотходы каменного угля) (поток уг-1), поступает в силос питательный 3, где подогреваясь и подсушиваясь отходящими дымовыми газами (поток уг-5) дробленный уголь шнековым транспортером направляется в вихревую камеру первой ступени 4 (первая ступень термообработки).

Дымовые газы с мелким классом угля из силоса питательного 3, потоком (уг-2) проходит через градиентный сепаратор с динамическим фильтром 24, где происходит очистка дымовых газов от мелких классов угля с последующим их выходом в атмосферу через дымовую трубу 25. Извлеченный мелкий класс угля возвращается в вихревую камеру первой ступени 4, где с поступающим из силоса питательного дробленым углем подсушивается до влажности 23,8 % массовых дымовым газом с температурой 400ºС. В процессе сушки температура дымового газа опускается до 250ºС, а температура бурого угля поднимается с 20оС до 100ºС.

Подсушенный бурый уголь из вихревой камеры 4 увлекаемый дымовыми газами (поток уг-4) попадает в циклон первой ступени с шнековым транспортером 5, где происходит отделение дробленного бурого угля от дымовых газов.

Дробленный бурый уголь с низа циклона 5 шнековым транспортером (уг-5) подается в вихревую камеру 6 (вторая ступень сушки), где происходит термообработка горячими дымовыми газами. В процессе термообработки температура дымовых газов опускается с 600ºС до 400ºС, а температура бурого угля поднимается до 250ºС. В вихревой камере 6 влажность бурого угля снижается до 1 % массового.

Термообработанный горячий бурый уголь увлекается дымовыми газами (уг-6) из вихревой камеры 6 в циклон второй ступени с холодильником 7. В циклоне 7 происходить отделение термообработанного бурого угля от дымовых газов с выдержкой его в течение 10 минут с температурой 250ºС (отдувка газов из бурого угля) и охлаждение его оборотной

водой с помощью трубного пучка в нижней части циклон 7 до 100ºС.

Из низа циклона второй ступени с холодильником 7 сухой бурый уголь шнековым транспортером (уг-7) подается в расходный бункер.

В качестве термообрабатываемого агента используется дымовой газ, получаемый от сжигания ИКЖТ в камере сгорании 11 (так называемой топке).

ИКЖТ приготавливается на оборудовании модуля IV (15, 16, 17, 18, 19) из отсевов мелких классов термообработанного угля полученного на вибросите 23. Готовое ИКЖТ из наполнительной емкости 19 перистальтическим насосом (поток вус2) подается через низкотоксичное горелочное устройство со специальной форсункой в камеру сгорания на сжигание с образованием дымовых газов.

Полученный дымовой газ с температурой 1100ºС смешивается с частью дымового газа с температурой 250ºС (рецикл дг-4) в камере сгорания 11.

Дымовые газы из камеры сгорания 11 с температурой 800ºС проходят градиентный сепаратор с динамическим фильтром 20, где очищаются от золы и затем поступают в вихревую камеру 6, где подхватывают бурый уголь шнековым транспортером.

Из вихревой камеры 6 дымовые газы с бурым углем (поток уг-6) попадает в циклон второй ступени с холодильником 7, где из газоугольной смеси выделяется бурый уголь. По газовому тракту дг-3 дымовой газ поступает на вход дымососа 10 для увеличения напора и после по тракту дг-4 с температурой 400ºС поступает в вихревую камеру первой ступени 4.

Дымовые газы из дымососа 10 с температурой 400ºС поступают в вихревую камеру 4, где подхватывают бурый уголь, подаваемый шнековым транспортером (поток уг-3) и увлекая его по тангенциальной траектории, механически срывает с него часть влаги, подогревает и частично разрушает, уменьшая его дисперстность.

Из вихревой камеры 4 дымовой газ с бурым углем по газовому тракту уг-4 поступает в циклон 5, где отделяется от угля. Далее с температурой 250ºС дымовой газ поступает на вход дымососа 9, и с увеличенным напором поступает в газовый тракт дг-6.

По газовому тракту часть охлажденных и увлажненных дымовых газов поступают в камеру сгорания в качестве газа рецикла. Оставшиеся дымовые газы с температурой 250ºС по газовому тракту дг-5 поступают в рубашку конического днища силоса питательного, для подогрева влажного угля и предотвращения налипания его к стенкам силоса.

Из рубашки силоса питательного 3 дымовые газы поступают в верхнюю часть силоса питательного, выше уровня подачи угля в силос. Это снижает парциальные давления в газовом пространстве силоса питательного 3 и интенсифицирует испарения влаги с поверхности поступающего влажного дробленного бурого угля.

Из силоса питательного 3 дымовые газы поступают через градиентный сепаратор с динамическим фильтром 24 в дымовую трубу, где из дымовых газов извлекается угольная пыль с возвратом в вихревую камеру первой ступени 4.

Соотношение объемных расходов дымового газа возвращаемого в топку и выбрасываемого в атмосферу регулируется шиберными задвижками на газовых трактах дг-5 и дг-6 соответственно.

Регулируя расход возвращаемого в камеру сгорания дымового газа, можно менять объемный расход дымового газа, как сушильного агента и его температуру. С увеличением объемного расхода возвращаемого газа увеличивается и объемный расход сушильного агента, но уменьшается его температура.

ВЫВОДЫ

Ожидаются следующие результаты скоростной термообработки бурых углей с использованием эффекта «теплового удара» при температуре 700-720ºС:

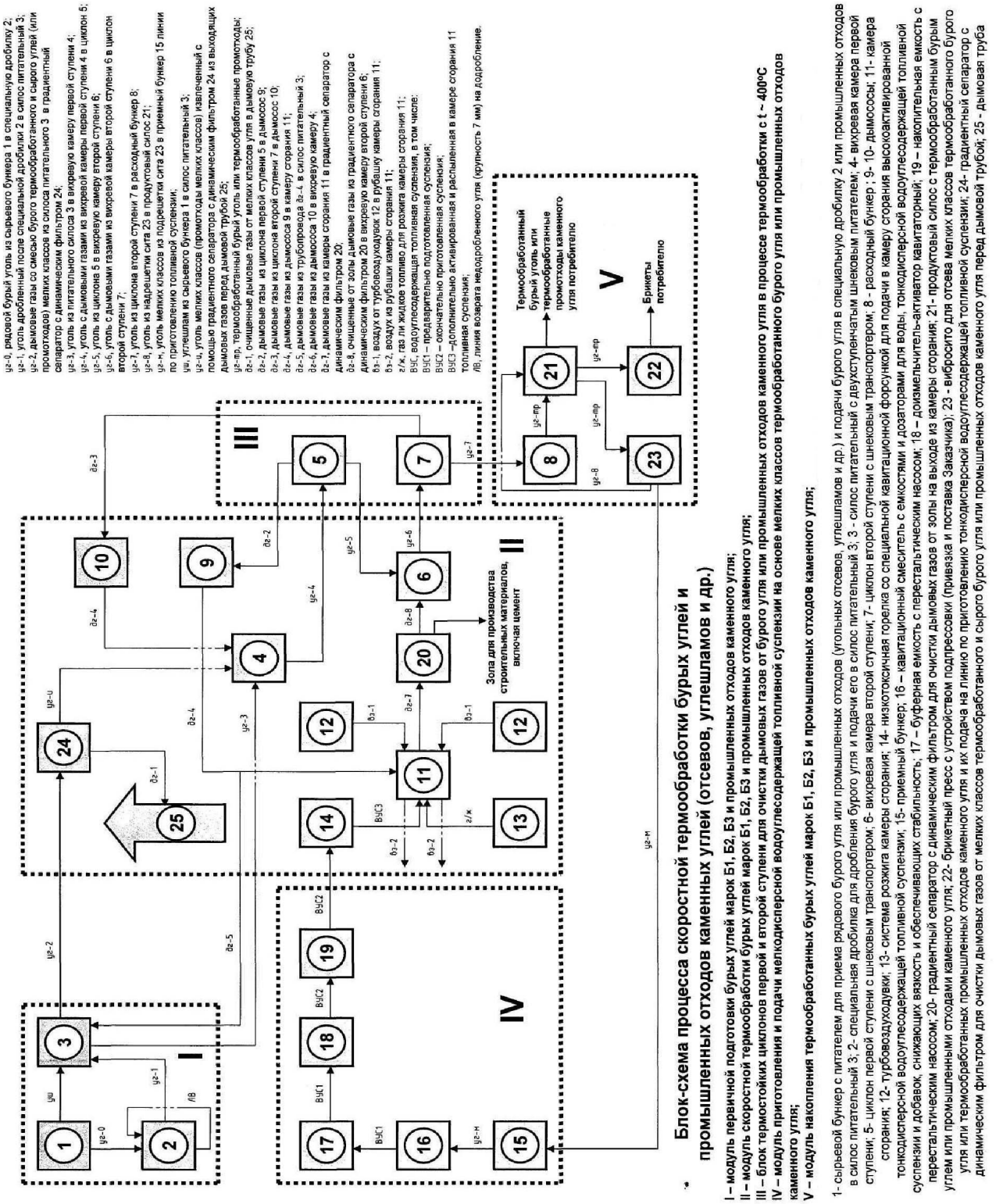
– Снижение содержания влаги – до 1-2%;

– Сокращение содержания летучих до 45%;

– Увеличение теплотворной способности в 1,5-1,7 раза;

– В процессе «теплового удара» будет происходить декарбоксилирование с сокращением большей части балластного кислорода O_2 и за счет этого повышается содержание углерода и водорода, что увеличивает теплотворную способность бурого угля и его характеристики становятся равными каменному углю (примерно марки Д).

Разработанная технология процесса скоростной термообработки бурых углей и промышленных отходов каменных углей не имеет аналогов в России и за рубежом и по ожидаемым показателям обеспечивает бурым углям свойства энергетических каменных углей высокой теплотворной способностью, что значительно повышает их спрос у потребителей и делает эффективным процесс перевода угольных ТЭС и крупных котельных на экологически безопасное тонкодисперсное водоуглесодержащее котельное топливо нового поколения.



1- сырьевой бункер с питателем для приема рядового бурого угля или промышленных отходов (угольных отсевов, углешламов и др.) и подачи бурого угля в специальную дробилку 2 или промышленных отходов в силос питательный 3; 2- специальная дробилка для дробления бурого угля и подачи его в силос питательный 3; 3 - силос питательный с двухступенчатым шнековым питателем; 4- вихревая камера первой ступени; 5- циклон первой ступени с шнековым транспортером; 6- вихревая камера второй ступени; 7- циклон второй ступени с шнековым транспортером; 8 - расходный бункер ; 9- 10- дымососы; 11- камера сгорания; 12- турбовоздуходувки; 13- система розжига камеры сгорания; 14- низкотоксичная горелка со специальной кавитационной форсункой для подачи в камеру сгорания высокоактивированной тонкодисперсной водоуглесодержащей топливной суспензии; 15- приемный бункер; 16 – кавитационный смеситель с емкостями и дозаторами для воды, тонкодисперсной водоуглесодержащей топливной суспензии и добавок, снижающих вязкость и обеспечивающих стабильность; 17 – буферная емкость с перестальтическим насосом; 18 – доизмельчитель-активатор кавитаторный; 19 – накопительная емкость с перестальтическим насосом; 20- градиентный сепаратор с динамическим фильтром для очистки дымовых газов от золы на выходе из камеры сгорания; 21- продуктовый силос с термообработанным бурым углем или промышленными отходами каменного угля; 22- брикетный пресс с устройством подпрессовки (привязка и поставка Заказчика); 23 - вибросито для отсева мелких классов термообработанного бурого угля или термообработанных промышленных отходов каменного угля и их подача на линию по приготовлению тонкодисперсной водоуглесодержащей топливной суспензии; 24- градиентный сепаратор с динамическим фильтром для очистки дымовых газов от мелких классов термообработанного и сырого бурого угля или промышленных отходов каменного угля перед дымовой трубой; 25 - дымовая труба