

УДК 621.165

Установка устройства для глубокой утилизации теплоты дымовых газов

Пантелей Д.Е.

Научный руководитель – ст. препод. ПАНТЕЛЕЙ Н.В.

Целью установки устройства для глубокой утилизации теплоты уходящих дымовых газов является повышение эффективности использования топлива с использованием физической теплоты и теплоты фазового перехода водяных паров, которые находятся в дымовых газах.

Для оценки эффективности внедрения установки системы глубокой утилизации теплоты дымовых газов рассматривают показатели работы только паровых котлов.

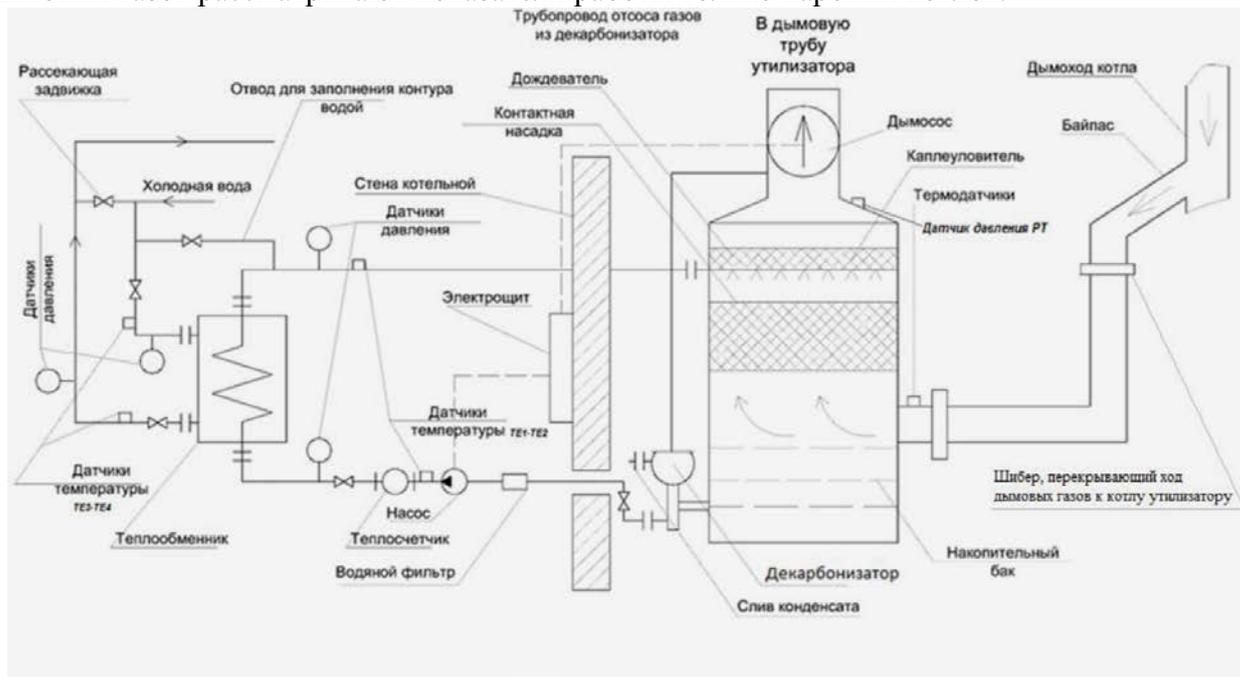


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки утилизатора

Схема установки устройства разработана так, чтобы максимально исключить ее воздействие на вероятность возникновения аварийных ситуаций в работе котельной. В качестве основного оборудования объекта используются: утилизатор с декарбонизатором, дымосос, водяной фильтр, насос, теплосчетчик, теплообменник. Отбор дымовых газов (ДГ) осуществляется от дымохода котла самостоятельным дымососом с тем, чтобы минимально вносить изменения в существующие дымоходы, а отключение утилизатора (при необходимости либо аварийное) не влияло на режим работы котлоагрегата. Дымовые газы после утилизатора выбрасываются в дымовую трубу утилизатора. Для повышения работоспособности дымовых труб, через которые ДГ выбрасываются в атмосферу, необходимо, чтобы пары воды, находящиеся в ДГ, не начали конденсироваться в дымовых трубах при самых низких температурах окружающей среды.

В результате принято выбрасывать в атмосферу ДГ вместе с парами воды при температуре выше 100 °С, а теплоту парообразования, так как она не используется в теплообменных процессах, считать паразитной. Поэтому длительное время для упрощения тепловых расчетов всевозможных термических печей, в том числе водогрейных и паровых котлов, учитывается только низшая теплота сгорания топлива.

Для подогрева холодной воды используется промежуточный теплообменник, который включен в замкнутый контур утилизатора, что исключает попадание воды из контура утилизатора в тепловую сеть котельной. Циркуляция воды в замкнутом контуре обеспечивается с помощью насоса, а требуемый подпор для насоса достигается за счет высоты воды в накопительном баке утилизатора (материал изготовления нержавеющей сталь),

который регулируется с помощью расположения на определенном уровне контрольного слива избыточного конденсата.

Нагретая вода из накопительного бака после насоса поступает в теплообменник, где нагревает холодную воду и далее после охлаждения поступает в дождеватель и контактную насадку. В контактной насадке происходит интенсивный тепло- и массообмен между дымовыми газами и нагреваемой водой. С учетом того, что температура поступающей в насадку воды ниже точки росы водяных паров в дымовых газах, обеспечивается частичная конденсация водяных паров с передачей теплоты фазового перехода нагреваемой воде, а также последующего частичного догрева воды в нижней части насадки и в промежутке между насадкой и уровнем воды в накопительном баке за счет физической теплоты дымовых газов. В процессе контакта воды с дымовыми газами осуществляется частичное растворение в воде CO_2 и кислорода и образуется слабая угольная кислота.

Для удаления растворенных газов предусмотрена установка вакуумного декарбонизатора, разрежение в котором обеспечивается за счет соединения его свободного пространства с дымососом.

В ходе монтажа и в процессе эксплуатации возможно частичное разрушение колец Рашига в насадке. Для предотвращения попадания обломков в контур утилизатора предусматривается установка перед насосом водяного фильтра. В контуре холодной воды предусматривается

регулирующая арматура (электрифицированный регулятор расхода) перед которой устанавливается трубопровод, через который осуществляется отбор воды, поступающей в теплообменник, а после нагрева по обратному трубопроводу, соединяющему теплообменник с трубопроводом холодной воды после регулирующей арматуры, возвращается в прежний контур.

При разработке конструкторской документации рассматривают вопрос уноса капельной влаги в дымовую трубу по причине недостаточно эффективной работы каплеуловителя и вакуумного декарбонизатора системы утилизатора и внесены соответствующие изменения по снижению уноса.

Такая схема установки и использования утилизатора максимально исключает воздействие утилизатора на вероятность возникновения аварийных ситуаций в работе котельной при любых режимах ее работы.

Ведение учета тепловой энергии предусматривается как по греющей среде, так и по нагреваемой. Следует отметить, что тепловая энергия, производимая утилизатором, является низкотемпературным вторичным энергоресурсом с температурой теплоносителя не более 40 °С.

По опыту внедрения установки глубокой утилизации дымовых газов на других объектах, после установки утилизатора со вспомогательным оборудованием проводятся пусконаладочных испытаний с контролем кислотности воды. При отклонении данного параметра от допустимых значений, конструкторской документацией предусмотрено внедрение в схему установки утилизатора устройства дозирования химических реагентов (комплексон), для приведения данного показателя к нормативным значениям.

Эффективность подобных проектов зависит от теплопроизводительности утилизатора, величина которой, с одной стороны, определяется возможным объемом использования теплоты дымовых газов, а с другой – возможным объемом подогрева подпиточной воды.

Полученные результаты расчета показывают, что при использовании утилизатором 100% уходящих дымовых газов от котла ДКВР-10/13 за год работы установки возможно вернуть в цикл 2193,8 Гкал тепловой энергии, что при КПД котла 92,8% эквивалентно 337,7 т у.т. За вычетом используемой установкой электроэнергии в размере 74,4 тыс. кВт.ч, экономия после реализации мероприятия (при соблюдении аналогичных расчётных параметров работы) составит 319,4 т у.т. Полученную тепловую энергию, посредством добавления в схему дополнительного теплообменника, предлагается использовать для нагрева подпиточной воды. Технические возможности утилизатора позволяют нагревать сырую воду

до 47 °С и направлять в тепловую схему котельной.

Назначение коммутационных аппаратов наглядно можно показать на электрической принципиальной схеме.

ячейка станционного РУ

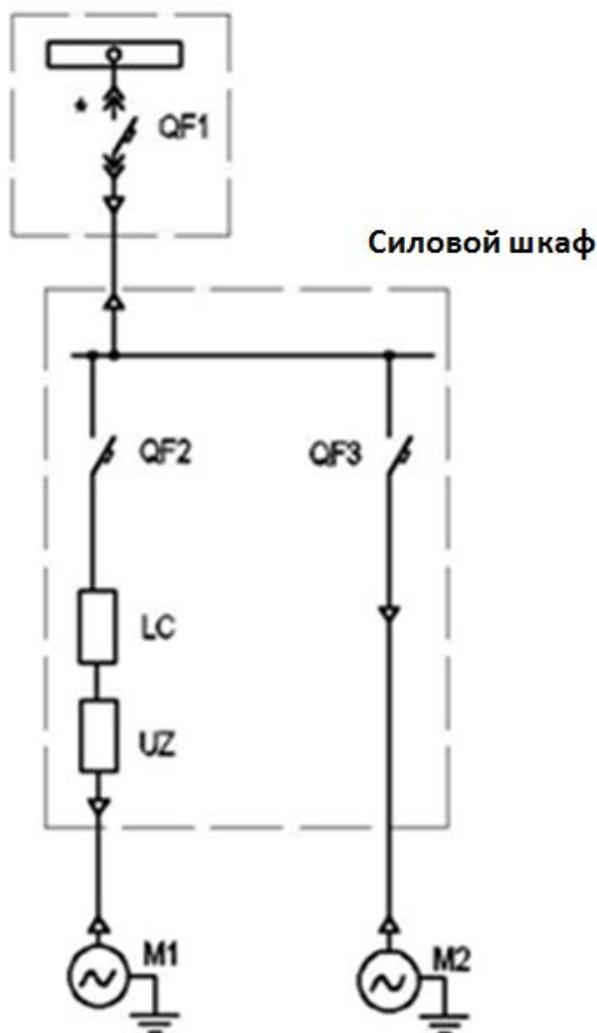


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная

С шин силового шкафа запитываются:

1. Электродвигатель дымососа (M1) – через сетевой фильтр и преобразователь частоты.
2. Электродвигатель циркуляционного насоса (M2) – по схеме прямого пуска.

Автоматический выключатель QF2 предназначен для защиты преобразователя частоты. Защита электродвигателя дымососа осуществляется встроенными защитами ПЧ. QF3 – для защиты электродвигателя циркуляционного насоса от токов короткого замыкания и перегрузки.

К циркуляционному насосу кабель прокладывается по вновь проложенной металлической трубе (Ду 35). Кабель для электродвигателя дымососа прокладывается по новой трассе.

Проектом предусмотрены следующие автоматические отключения коммутационной аппаратуры силового шкафа:

- При аварии ПЧ отключается автомат QF2.
- Отключение QF3 при понижении давления в трубопроводе циркуляционной воды ниже определенного уровня.
- Отключение одного из автоматов (QF2 или QF3) ведет к отключению второго.

На время пуска механизмов кулачковые переключатели SA1 и SA2 на дверце силового

шкафа необходимо перевести в положение «откл.» На дверце шкафа предусмотрены также сигнализационные лампы положения автоматов (QF2 и QF3) и статус ПЧ (Работа/Авария). Возле каждого двигателя располагаются кнопки аварийного отключения.

Автоматическое регулирование частоты вращения электродвигателя дымососа обеспечивает встроенный ПИД-регулятор преобразователя частоты. Частота вращения дымососа определяется требуемым давлением дымовых газов внутри утилизатора теплоты. Для этого устанавливается датчик давления РТ с выходным сигналом 4-20 мА.

Для обеспечения визуального контроля температуры дымовых газов до и после утилизатора теплоты, нагреваемой воды до и после теплообменника, устанавливаются четыре измерительных термометров сопротивления (ТЕ1-ТЕ4) с последующим выводом показаний на табло измерительных индикаторов (ТИ1-ТИ4). Давление дымовых газов также выводится на индикатор (ТИ5), которые находятся в шкафу индикаторов.

Для защиты циркуляционного насоса от работы вхолостую предусматривается использование данных сигнала от датчиков давления. Врезки для них предусмотрены до и после теплообменника. При понижении давления до недопустимого уровня от датчиков давления подается сигнал на отключение насоса. Сигналы о пониженном давлении выводятся в штатную сигнализацию ГЩУ.

Вывод всех показаний также предусматривается на АРМ оператора, начальника смены и панель дистанционного управления типа VIZOGRAF.

Все средства измерений должны быть метрологически обеспечены в Республике Беларусь.

Вся арматура выполняется электрифицированной с управлением по месту и с АРМ.

Предусматривается установка АРМ-оператора на базе сенсорной панели (размер 10") и вывод предупредительной сигнализации на щит управления или в любом доступном месте.

С АРМ-оператора обеспечивается управление всем оборудованием: электропривода, задание регулятору, управление насосом и дымососом, контроль всех параметров.

Для этого предусматривается отдельный контроллер с реализацией функций:

- ПИД-регулятора давления газов, с выдачей управляющего сигнала на ПЧ и отображением на мнемосхеме АРМ панели управления (задание, перевод на «авто» и «ручной» режимы);

- учета тепловой энергии по потокам и расходам газов и воды, с выдачей информации на АРМ-оператора;

- предупредительной (по уставкам) и технологической сигнализации, с выдачей на АРМ;

- сбор, обработка и контроль основных параметров, с выдачей на мнемосхему АРМ;

- выполнение технологических алгоритмов работы;

Реализация блокировок с выдачей на АРМ.

Для контроля параметров по месту предусматриваются манометрические термометры и технические манометры.

Для управления арматурой, насосом и дымососом по месту устанавливаются кнопочные посты.

Срок службы устройства системы глубокой утилизации теплоты дымовых газов составляет 20 лет.

В итоге, можно выделить следующие преимущества использования устройства для утилизации теплоты дымовых газов: уменьшение выбросов вредных оксидов азота и серы, рациональное использование тепла дымовых газов, получение очищенной воды, которую можно использовать повторно.