

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ
ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



*«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» ІХ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ БАЯНДАМАЛАР
ЖИНАҒЫ*

***СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
ІХ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»***

***PROCEEDINGS OF THE IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICE
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»***



Нұр-Сұлтан, 2021

УДК 656
ББК 39.1
А 43

Редакционная коллегия:

Председатель – Мерзадинова Г.Т., проректор по науке и инновациям ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, д.т.н., профессор; Заместитель председателя – Султанов Т.Т., заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Сулейменов Т.Б. – декан транспортно-энергетического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, д.т.н., профессор; Председатель «Әдеп» – Ахмедьянов А.У., к.т.н., доцент; Арпабеков М.И. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», д.т.н. профессор; Тогизбаева Б.Б. – заведующий кафедрой «Транспорт, транспортная техника и технологии», д.т.н. профессор; Байхожаева Б.У. – заведующий кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н. профессор; Глазырин С.А. – заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент.

А 43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: IX Международная научно – практическая конференция, Нур-Султан, 19 марта 2021 /Подгот. Г.Т. Мерзадинова, Т.Б. Сулейменов, Т.Т. Султанов – Нур-Султан, 2021. – 600с.

ISBN 978-601-337-515-1

В сборник включены материалы IX Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Нур-Султан 19 марта 2021 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего, ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.

УДК 656
ББК 39.1

ISBN 978-601-337-515-1

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТОПКИ ТВЕРДОТОПЛИВНОГО ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА МАЛОЙ МОЩНОСТИ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Сатбеков Абубакир Смаилович

abu.satbekov@bk.ru

Магистр 2-го курса специальности «Теплоэнергетика»

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан

Основные пути повышения энергоэффективности (КПД) и экологических характеристик современных твёрдотопливных водогрейных котельных установок (КУ), как показывает проведённый анализ, являются качественное обогащение самого топлива (увеличения доля горючих компонентов) и модернизация топки с учётом процессов оптимизации (сжигание, горение, особенности физико-химические свойства топлива и др.). Безусловно, выполнение этих двух факторов требуют дополнительных затрат энергии на собственных нужд КУ, однако, проведённые исследование показывают при разумном выборе модернизируемой технологий сжигания твёрдого топлива можно достичь желаемых результатов. На ряду с этим, эффективное управление процессов оптимизации сжигания топлива в топках, уровня автоматизации и контроля процессов сжигания и обогащения топлива, также являются важнейшими условиями повышения эффективности современных твёрдотопливных водогрейных КУ. Своевременное получение информации о протекающих процессах, позволит персоналу принять непосредственно, адекватное решение по каждому конкретному технологическому процессу и тем самым повысить эффективности работы КУ в целом. Как отмечается, анализ современного состояния и развития топки КУ при газификации и сжигании различных топлив, особенно низкосортных углей, показывают эффективность применения топки с форсированной вихревой технологией [1,2]. Использование вихревых топок в КУ позволяют решать, ряд важных технологических задач: уменьшение размера топочного устройства, повышения теплонапряженности, эффективности процессов горения, улучшение экологических показателей, проблемы ресурсосбережения и др. Поэтому проводимые исследования в рамках настоящей работы, безусловно являются актуальными.

Таким образом, в рамках настоящей работы проводятся исследования модернизации вихревой топки водогрейного твёрдотопливного котла малой мощности для автономной системы теплоснабжения.

Вихревой процесс сжигания топлива в виде пылеугольных частиц (пылеугольной смеси) является турбулентным и аэродинамическим процессом. Поэтому аэродинамические процессы происходящие в вихревых топках непосредственно влияют на процессы горения в целом (на равномерность распределения температуры и тепловых потоков, процессы шлакоулавливания, уровня выбросов продуктов горения и т.д.). Более того, аэродинамический процесс в топке обеспечивает совершенное смесеобразование газифицирующего топлива и окислителя, образуя таким образом устойчивое высокотурбулентное течение, обеспечивающего интенсивный массообмен в реагирующей двухфазной пылогазосмеси.

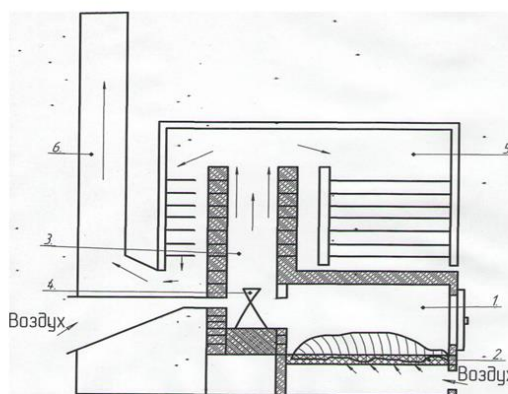
В качестве модернизируемого водогрейного твёрдотопливного КУ малой мощности был выбран серийно выпускаемая отечественная инновационная печь водогрейной высокотемпературной ПВВТ «Веста Плюс». ПВВТ «Веста Плюс» работает на различных видах твёрдого топлива (органические отходы, возобновляемые биоресурсы и др.) и отличается высокой эффективностью использования теплотворности топлива при максимально низкой вредной нагрузке на окружающую среду, большой степенью надёжности.

В модернизируемых установках ПВВТ «Веста Плюс», имелись некоторые новшества, которые действительно характеризовали высокую эффективность её применения при сжигание различного вида твёрдого топлива. В данной установке не использовался принудительный наддув воздуха или дымососы, т. к. тяга создается за счет большой разницы температур в дожигательном канале и теплообменнике. Также не используются очистительные циклоны, т. к. эту функцию выполняет теплообменная камера. В ней происходит снижение скорости газовых потоков и нет их завихрени, следовательно, охлажденный пепел скапливается в нижней части теплообменной камеры, откуда он легко может удаляться даже при работающей установке. Теплообменники печи намного долговечнее, чем традиционные, и могут изготавливаться из дешевых сталей, потому что они располагаются вне зоны сжигания топлива, где нет свободного кислорода и концентрированной тепловой нагрузки на конвективные поверхности. Так как температура выхлопных газов невелика, можно использовать асбоцементные трубы, которые намного долговечнее, пожаробезопасны и дешевле стальных, хотя труба не является механизмом для создания тяги, а служит только для отвода отработанных газов в атмосферу. На рис.1. приведена принципиальная технологическая схема ПВВТ «Веста Плюс» до модернизации. Для реализации идеи автоматизации ПВВТ «Веста Плюс» нужно было решить две задачи: автоматическую постоянную подачу твердого топлива, автоматическое золоудаление и автоматическое поддержание заданной интенсивности горения.

Предварительные исследования по данной тематике показали, что автоматические системы топливоподачи сильно зависят от фракционности топлива и вместимости загрузочного бункера. Поэтому были предложены к исполнению два варианта оборудования: для ПВВТ «Веста Плюс» небольшой мощности 200 кВт с загрузочным бункером размером 3-6 м³, использующей мелкофракционные фракции топлива, а для ПВВТ «Веста Плюс» мощностью от 200 кВт и более, где требуются большие запасы топлива - с автоматическим складом хранения топлива размером до 600 м³, где можно использовать в том числе и крупнофракционный (кусковой) уголь. Крупным потребителям уголь приходит в основном вагонными углеставками, соответственно неотсортированным и разных фракций.



Внешний вид модернизируемая печь ПВВТ «Веста Плюс», ТОО «Профиль-М»



Принципиальная технологическая схема ПВВТ «Веста Плюс» до модернизации: 1. Горизонтальная топка; 2. Колосниковая решетка; 3. Вертикальная топка; 4. Встроенное устройство настройки пламени (дожигатель); 5. Верхняя часть теплообменной камеры; 6. Газоотводная труба.

При эксплуатации ПВВТ «Веста Плюс» необходимо обеспечить наполнение бункера заданным твердым топливом. Топливо подается из бункера винтовым конвейером к горелке. Весь процесс управляется системой управления. Вентилятор вгоняет в горелку воздух, чтобы обеспечить сжигание топлива. В горелке происходит сжигание твердого топлива и возникает тепловая энергия. Эта энергия в виде горячих газов сгорания в водогрейном теплообменнике передается в воду далее отопительной системе. В горелке, после выгорания верхнего слоя топлива, вытесняется новой порцией топлива, зола сдвигается к внешнему краю горелки, где

происходит 95% выжигание. Возникающая зола проваливается через край горелки в поддувало.

Весь этот цикл проводится автоматически без участия персонала, которому остается только периодическая загрузка топлива в сборный бункер и устранение золы.

В печи также предполагается предусмотреть:

– Аварийный термостат, который настроен на определенную температуру (95 °C). Во время выключения аварийного термостата, необходимо будет вручную провести его деблокировку.

– Чтение температуры механизма подачи твердого топлива. На трубопровод механизма подачи топлива выводится датчик температуры. Если температура на механизме подачи выйдет за настроенную температуру, то есть произойдет прогорание топлива в механизм подачи, автоматически вытесняется топливо из бункера в печь.

– Плавкий предохранитель и устройство огнетушения. В случае прогорания топлива в бункер в нем устроен плавкий предохранитель, который активируется и зальет топливо в бункере водой из канистры, которая будет размещена на задней стороне бункера.

Подобные автоматические системы нашли широкое распространение у европейских производителей котельного оборудования (CARBOROBOT, GRANDEG, DEFRO и др.) рис.2.



Рисунок 2 – Внешний вид загрузочных бункеров автоматизированные твёрдотопливные котлы CARBOROBOT (Венгрия)

Основные отличительные характеристики и особенности модернизируемого ПВВТ «Веста Плюс», как автономного водогрейного твёрдотопливного котельной установки (ВТКУ) составляют следующие:

– усовершенствование и внедрение вихревой топки на пылеугольном топливе, позволяющее более качественное сжигание низкосортного угля отечественного производства;

– увеличение дополнительных контуров и камеры для дополнительного сжигания недогоревших пылеугольных частиц и выделившихся газов;

– уменьшение расхода тепла на собственные нужды ВТКУ, за счёт улучшения обмуровки с использованием новых огнеупорных теплоизоляционных материалов;

– уменьшение ПДК (предельно допустимые концентрации) газовых выбросов в атмосферу до уровня современных автономных КУ, работающих на газовом или жидком топливе, путем усовершенствования процессов контроля сжигания пылеугольного топлива и дополнительной камеры дожигания газовых выбросов;

– автоматизирования системы качественного топливоподготовки (пылеугольного топлива) и оптимизация топливоподдачи и контроля;

- внедрение современных автоматизированных систем управления технологических процессов (далее - АСУ ТП) на предлагаемые автономные ВТКУ с вихревой топкой;
- высокая безопасность и комфортность.

Результаты завершённого модернизирования и предварительные экспериментальные испытания ВТКУ с вихревой топкой, позволяют подтвердить ожидаемые параметры, т.е.: высокое КПД (более 90%) и низкий уровень ПДК вредных выбросов в окружающую среду (на уровне автономных КУ, работающих на газовом или жидком топливе) и окупаемость в течение от 3 до 5 отопительных сезонов.

Схема поперечного сечения модернизированного автономного ВТКУ с вихревой топкой, и её готовый внешний вид показаны на рисунке 3.

Основная модернизируемая компоновка: вихревая топка с дополнительной камерой дожига (необходимый для полного сжигания различного сорта твердого топлива– угля), 3-х секционный теплообменник (вертикального типа), вентиляторы первичного и вторичного воздуха, систему топливоподачи, включающую в себя: шнековый питатель, бункер подачи топлива и мельницу (дробилку). Наличие магнитного металлоуловителя, прикрепленного к боковой части бункера для предотвращения попадания металлических частей в дробилку, обеспечивает безопасность и долговечность работы котла. Собраны все узлы, необходимые для работы котла, оптимизированы блоком автоматического регулирования 4.



Общий внешний вид автономной ВТКУ с вихревой топкой

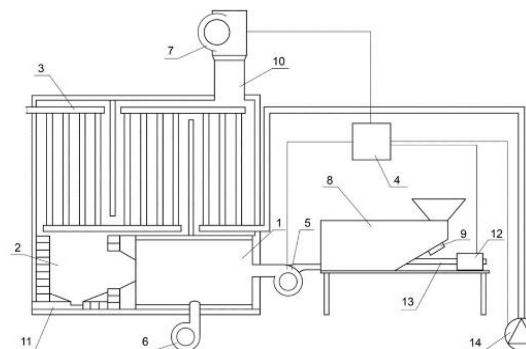


Схема поперечного разреза котла: 1 – вихревая топка; 2 – дополнительная камера дожига; 3– теплообменник 3-х секционный вертикального типа; 4 – блок АСУ ТП (щит управления) 5 – мельница (дробилка); 6 – вентилятор; 7 – дымосос; 8 – бункер; 9 – магнитный металлоуловитель; 10 – дымоход; 11 – шлакосборник; 12 – мотор-редуктор; 13 – шнек; 14 – циркуляционный насос

Рисунок 3 – Общи вид модернизированного автономного ВТКУ (слева) и её схема поперечного разреза.

Список использованных источников

1. Саломатов В.В., Шарыпов О.В., Ануфриев И.С. и др. Физическое моделирование внутренней аэродинамики вихревой топки энергетического парогенератора. Вестник НГУ, Серия Физика, 2011, т.6, вып.1. стр.60-65.
2. Ицковский М.А. Создание и освоение опытно-промышленных и серийных котлов с вихревыми топками. Труды ЦКТИ, СПб, 2002, вып. 287, стр. 127-138.