

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ
ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



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

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

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

Нұр-Сұлтан, 2022

УДК 656/621.31
ББК 39/31
А43

Редакционная коллегия:

Председатель – Мерзадинова Г.Т., Член Правления – Проректор по науке, коммерциализации и интернационализации 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; Жакишев Б.А.– заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент.

А43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: X Международная научно – практическая конференция, Нур-Султан, 17 марта 2022 /Подгот. Г.Т. Мерзадинова, Т.Б. Сулейменов, Т.Т. Султанов – Нур-Султан, 2022. – 597с.

ISBN 978-601-337-661-5

В сборник включены материалы X Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Нур-Султан 17 марта 2022 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.



© ЕНУ имени Л.Н.Гумилева, 2022

СПОСОБЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ НА «ЕКИБАСТУЗСКОЙ ГРЭС-1 ИМЕНИ БУЛАТА НУРЖАНОВА»

Мырзашева Макпал Максатовна

makpal.kaisina@gmail.com

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

Дюсенов Канат Махметович

научный руководитель: к.т.н.,

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

Ужесточение экологических норм – это общемировая тенденция, направленная на защиту окружающей среды и здоровья населения. Так 2 января 2021 года был принят новый Экологический кодекс Республики Казахстан, который вступил в силу 1 июля 2021 года. Согласно новому кодексу ужесточена административная ответственность, так, за превышение нормативов эмиссий в окружающую среду административный штраф увеличился в 10 раз. Кроме того будут расти ставки за эмиссию, так с 2025 года они вырастут в 2 раза, с 2028-го – в 4 раза и с 2031-го – в 8 раз [1].

В связи с этим, актуальным становятся вопросы повышения эффективности системы очистки дымовых газов. Рассмотрим данный вопрос на примере Екибастузской ГРЭС-1.

ТОО «Экибастузская ГРЭС-1 им. Булата Нуржанова» – крупнейшая в Казахстане тепловая электростанция конденсационного типа, находящаяся на берегу искусственного озера Женгельды, вблизи г. Экибастуз Павлодарской области Казахстана. Установленная мощность электростанции составляет 4000 МВт.

За период работы станции были опробованы несколько типов газоочистительного оборудования:

- С 1980 года ЭГРЭС-1 применяла комбинированное золоудаление. В целях повышения эффективности повышения очистки дымовых газов была принята двухступенчатая схема улавливания золы с установкой перед электрофильтрами типа ЭГЗ-4-265 мокрой системы золоулавливания в центробежные скрубберах МВ-УО ОРГРЭС.

- 1986 году проведена реконструкция системы ЗУУ, путем установкой скрубберов с трубами Вентури. В скрубберах для обеспечения равномерного поля скоростей, на 1-ой очереди выходной патрубков был выполнен тангенциальным с переходом к сечению электрофильтров в виде прямолинейного симметричного диффузора, а на второй очереди выход из мокрой ступени в виде улиточного раскручивателя, где вместе с тем происходило понижение температур уходящих газов. Степень очистки газов от золы достигало до 99,5-99,7 %.

Как показала практика, при использовании данной золоулавливающей цепочки, возникает коррозионная усталость, которая резко снижает предел выносливости металла как в газоходах так и в электрофильтра. Связано это с высоким уровнем влаги в сочетании отложением большого количества золы. Высокое содержание влаги отрицательно повлияло на работу ЭСФ, где происходили КЗ.

В начале 90-х года электрофильтры в условиях жесткого сокращения издержек из бюджета были демонтированы, для сокращения вредных выбросов и достижению норм ПДВ использовались только мокрая ЗЗУ.

- с 2008 года в целях обеспечения низкого содержания пыли на выходе в нормальных условиях, ПДК до 400 мг/м³ было принято использование электрофильтра сухого горизонтального типа ЭСГ 2-4-66-44-75-150-6, но для обеспечения надежной и безопасной работы скруббера были демонтированы.

Стоит отметить что эффективность золоулавливания зависит от следующих факторов:

– удельное электрическое сопротивление (УЭС) золы, которое определяется составом минеральной части угля и продуктов сжигания топлива (содержание оксидов серы и влаги);

–объём дымовых газов. С ростом объёма дымовых газов растёт скорость в электрофильтре, что приводит к снижению эффективности;

–температура дымовых газов на входе в электрофильтр. Снижение температуры газов повышает эффективность улавливания;

–температура горения. С ростом температуры горения увеличивается образование субмикронной фракции золы, эффективность улавливания которой ниже, чем частиц микронного размера;

–механический недожог топлива. Чаще рост мехнедожога приводит к снижению УЭС.

Переход на одноступенчатую очистку позволил добиться нормативной концентрации уноса золы (300...400 мг/м³, при норме <400 мг/м³).

Общая тенденция ужесточения экологических требований и повышение штрафов, требуют реализации дополнительных мероприятий по повышению эффективности электрофильтров.

Один из способов увеличения эффективности (повышение КПД) улавливания золовых частиц электрофильтрами является снижение температуры уходящих газов. Снижение температуры уходящих газов приводит к уменьшению скорости золовых частиц, содержащихся в газах, уменьшается и их электрическое сопротивление. Для снижения температуры газов возможна установка теплообменников. К тому же это позволит увеличить выработку низкопотенциального тепла и повысить эффективности использования топлива. Планируемое снижение температуры газов на 30...40°С позволит снизить скорость газов на 5...10%, при этом ожидается повышение КПД современных электрофильтров на 0,1...0,5% (рисунок 1) [2].

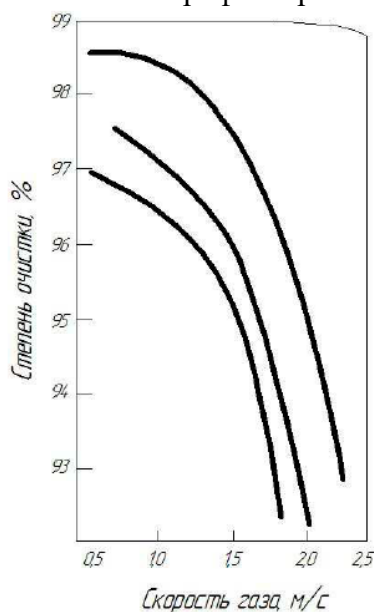


Рисунок 1 – Зависимость степени очистки электрофильтра от скорости газа

Наиболее перспективным является установка газо-водяного теплообменника с различными теплоносителями.

1 вариант. В качестве теплоносителя можно использовать воду, которая используется для смыва золы из-под электрофильтров.

Доступность этого теплоносителя, наиболее эффективные расходно-температурные параметры позволят минимизировать капитальные затраты на реализацию проекта (нет необходимости в дополнительном насосном оборудовании, ниже металлоемкость теплообменника, упрощенные линии подачи воды). Однако, из-за низкого качества воды и возникающей низкотемпературной коррозии данных теплообменников (точка росы 60°С) требуется применение более дорогостоящих материалов и повышенных амортизационных затрат в связи с более частой периодичностью ремонтов. Существующие электрофильтры имеют достаточно высокий КПД (до 99,4...99,6%), обеспечивая нормативные выбросы. Такой

вариант теплообменника будет экономически целесообразен только в перспективе ужесточения норм выбросов и значительного повышения штрафов за выбросы твердых частиц.

2 вариант. Использования более потенциального теплоносителя (сетевой воды). При этом варианте поверхность теплообменника будет значительно больше. Ввиду секционности конструкции теплообменник будет иметь более развитую коллекторную систему.

С учетом особенностей технологической схемы организована трассировка трубопроводов подачи сетевой воды (предварительно). От существующих общестанционных коллекторов сетевая вода подается на теплообменники линиями проложенными вдоль границ ячейки блока, что позволит избежать коллизий с имеющимся оборудованием. Для обеспечения прохода, проезда отметки расположения линий +2,500...+5,000 м. Трубопровод имеет собственную опорную подвесную систему с опорой на монолитную плиту отм. 0,000. Для удобства обслуживания арматура отключения общих линий располагается непосредственно у точек отбора в машинном зале, арматура теплообменников – на площадках их обслуживания.

Все элементы трубопроводов изолируются базальтовыми матами, покровный слой – оцинкованная сталь, поверхность труб – окрашивается.

Предварительная компоновка расположения теплообменника показана на рисунке 2.

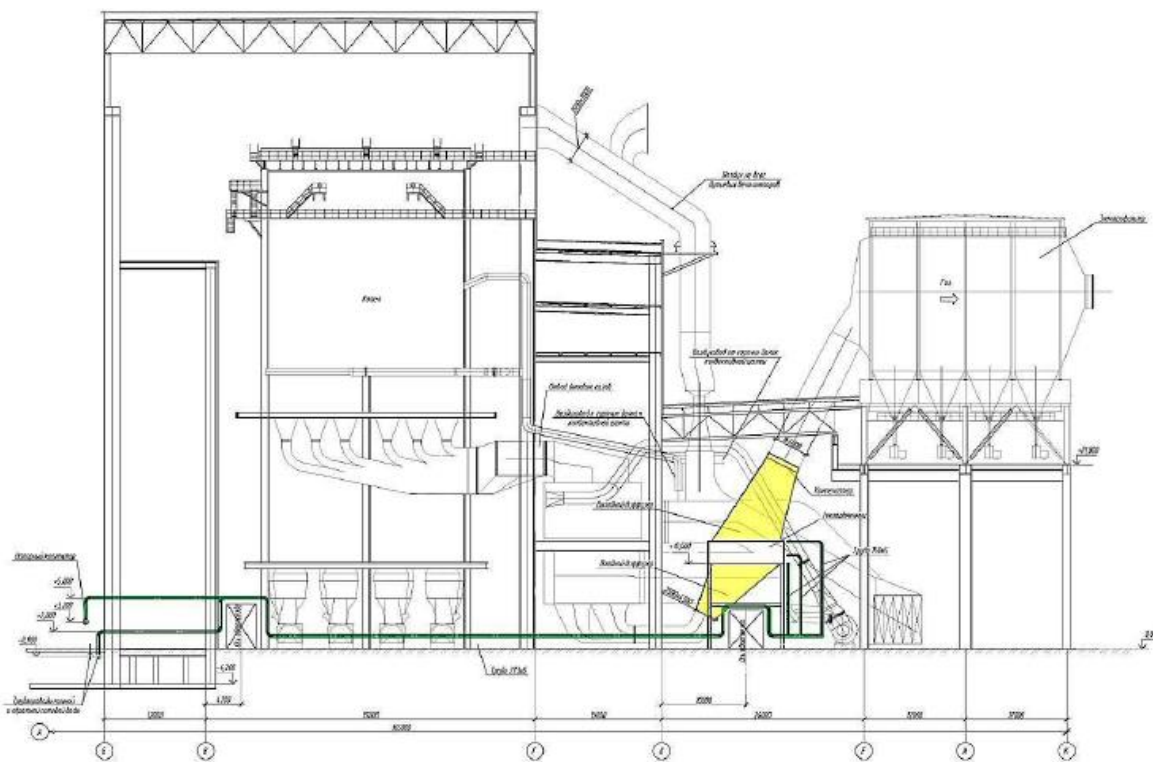


Рисунок 2 – Предварительная компоновка теплообменника

Трехмерная модель этой компоновки представлена на рисунке 3.

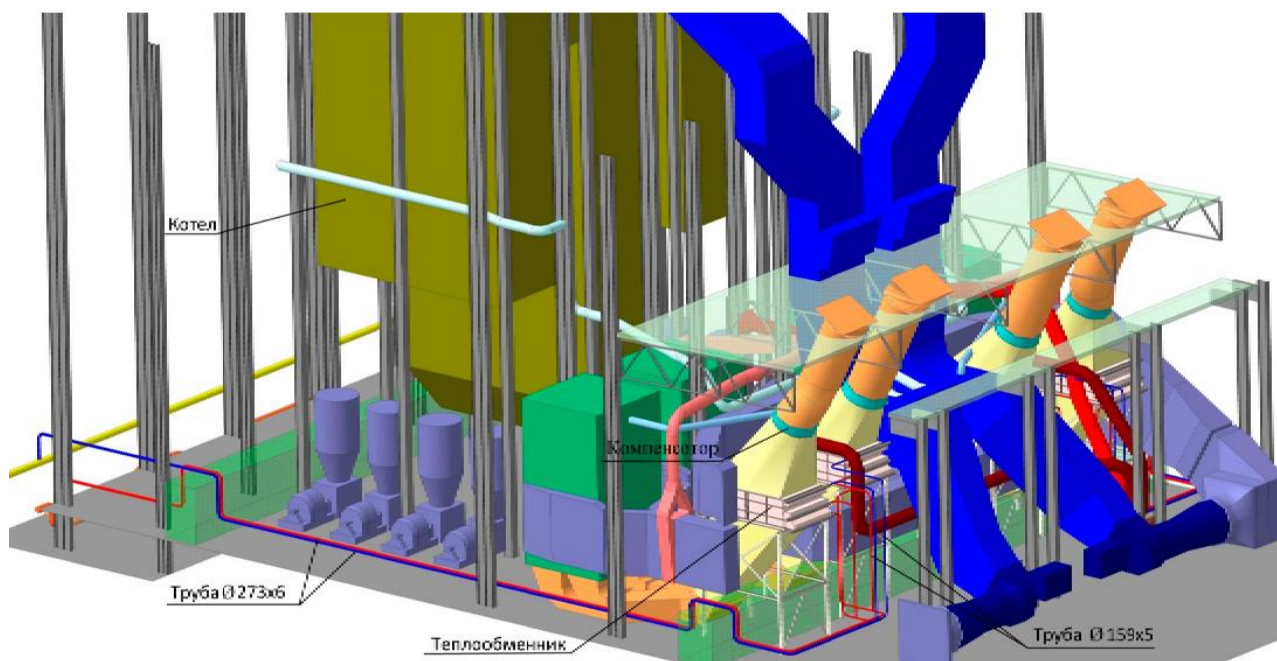


Рисунок 3 – 3D-модель установки теплообменника

На основе разработанных принципиальных технических решений и их технико-экономического сравнения, к реализации рекомендуется Вариант II с использованием для охлаждения дымовых газов и сетевой воды. Данный вариант, несмотря на более высокие капитальные вложения, по сравнению с Вариантом I, имеет наименьший срок окупаемости, при условии сбыта дополнительного тепла потребителю или снижения тепловой нагрузки котлов за счет замещения тепла отбора пара (отбор 7 ПСВ-500-3-23) с турбины.

Кроме рассмотренных выше методов очистки дымовых газов существуют и другие способы, такие как [3]:

- Температурно-влажностное кондиционирование. Кондиционирование газов водой позволяет в значительной мере изменить УЭС уловленной в электрофильтре высокоомной пыли.

- Метод импульсного питания. Принципиально новым способом борьбы с обратной короной является применение импульсного напряжения для питания электрофильтров.

- Метод предварительной ионизации. Одним из перспективных способов улавливания высокоомной золы является предварительная зарядка её. Высокое напряжение низкой частоты подаётся на противоположные по заряду группы электродов.

- Метод питания электрофильтра знакопеременным напряжением. Другим перспективным способом улавливания высокоомной золы является питание электрофильтра напряжением переменной полярности. Способ питания электрофильтра знакопеременным напряжением низкой частоты прямоугольной формы позволяет устранить обратную корону.

- Химическое кондиционирование основано на вводе в дымовые газы химических реагентов, взаимодействие которых с золой обеспечивает снижение УЭС золы до требуемых значений.

Список использованных источников

1. Экологический кодекс Республики Казахстан № 400-VI ЗРК от 2 января 2021 года.
2. Санаев Ю.И. Обеспыливание газов электрофильтрами. Семипратово: Кондор-Эко, 2009, 163 с.
3. О работе системы кондиционирования дымовых газов реагентами. Семипратово: Кондор-Эко, Реферат 2020, 47 с.