

УДК 567.941

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОТЛОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Әсет Ренат Әсетұлы**

renat\_sia@mail.ru

Магистрант 2 курса Транспортно-Энергетического факультета, специальности  
«Теплоэнергетика», ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

В статье рассматривается возможность повышения эффективности работы котлоагрегата ст. №7 БКЗ-550-13,8-560КТ (далее – котлоагрегат ст. №7), с помощью частичной реконструкции и модернизации действующего оборудования с применением новых технологий.

**Ключевые слова:** башенный котлоагрегат, NID-технологии, дуговой запальник, рециркуляция экономайзера, акустический мониторинг.

В связи с расширением города Нур-Султан, и повышением потребностей в тепловой и электрической энергиях, реализуются ряд проектов, а именно - «Реконструкция ТЭЦ-1», «Реконструкция и расширение ТЭЦ-2» и «Строительство ТЭЦ-3».

Один из основных проектов города - «Реконструкция и расширение ТЭЦ-2» подразумевает ликвидацию дефицита тепловой и электрической мощностей и обеспечения возрастающих потребностей города, по средствам передачи тепла в зону ТЭЦ-1 по существующей соединительной магистрали С-1, и строительства закрытого элегазового комплектного распределительного устройства КРУЭ-220 кВ, которое присоединяется к системе четырьмя линиями электропередач в сторону Станции сороковая. Данное расширение электростанции выполняется для обеспечения следующих требований:

- долгосрочного, устойчивого развития систем электро и теплоснабжения при развитии г. Нур-Султан;

- выбора наиболее эффективного варианта увеличения мощностей ТЭЦ на базе современных технологий производства тепла и электроэнергии, обеспечивающих надежную и эффективную эксплуатацию оборудования;

- снижения промышленных выбросов в атмосферу города за счет использования ресурсов и энергосберегающих технологий, совершенствование системы утилизации производственных отходов;

- сокращения расходов водных ресурсов;
- устойчивой эффективной работы энергоисточника в условиях рынка.

Объемы работ и перечень объектов, выполненных согласно проекта «Расширение и реконструкция ТЭЦ-2 в г. Астана», по состоянию на 1 января 2020 года:

- установка теплофикационной турбины Т-120/130-130 ст. №5 с тепловой мощностью 188 Гкал/час, электрической мощностью 120 МВт;
- установка современного энергетического котлоагрегата БКЗ-550-13,8-560КТ ст. №7;
- установка двух водогрейных котлов КВ-Т-12-150 ст. №5,6, тепловой мощностью по 120 Гкал/час, обеспечивающих нормативные выбросы NOx за котлом;
- перевод системы подпитки котлов и теплосети с питьевой на техническую воду с сооружением предочистки – общей для ВПУ (водо-подготовительная установка) подпитки теплосети производительностью 1200 т/ч, с современным оборудованием компании JurbyWater Tech International;

**- реконструкция мазутохозяйства;**

- строительство второй секции золоотвала №2 с золошлакопроводами;
- строительство вентиляторной градирни, с системой оборотной технической водоснабжения;

Планируемые к сдаче в 2020 году объекты ТЭЦ-2:

- установка теплофикационной турбины Т-120/130-130 ст. №6 с тепловой мощностью 188 Гкал/час, электрической мощностью 120 МВт;
- установка современного энергетического котлоагрегата БКЗ-550-13,8-560КТ ст. №8.

Пуско-наладочные работы котлоагрегата БКЗ-550-13,8-560КТ ст. №7 ТЭЦ-2 проведенные в 2017 году выявили часть недостатков, которые необходимо устранить, либо модернизировать, для безаварийной работы станции. Котлоагрегат предназначен для получения пара с давлением выше 140 кгс/см<sup>2</sup> за счет теплоты, получаемой при сгорании Экибастузского угля, а также теплоты отходящих газов. В паровом котлоагрегате БКЗ-550-13,8-560КТ на сегодняшний день есть недостатки, которые снижают его эксплуатационные характеристики. А именно:

1) Не стабильное горение, с резким повышением перегрева острого пара при трех мельничном режиме работе котлоагрегата (на котле установлены четыре мельницы молотково-тангенциальные). А также, крупные комки золы, что свидетельствует о неполноте сгорания (химического недожога);

2) Высокое количество выбросов, по причине отсутствия пуско-наладочных работ, и как следствие не запущенное оборудование NID-технологии, по снижению выбросов окислов серы;

3) Высокая температура нагрева экономайзеров 1 и 2 ступеней в момент растопки котлоагрегата, из-за отсутствия постоянной подпитки экономайзера. Экономайзеры расположены выше отметки барабана, что не позволяет установить естественную циркуляцию питательной воды;

4) Высокий износ поверхностей нагрева в тыльной стороне котла, по причине расположения воздухоподогревателей в тыльной стороне котла;

5) Внедрение Системы акустического мониторинга, предназначенного для непрерывного контроля технического состояния;

6) Внедрение Дугового запального устройства на розжиг мазута.

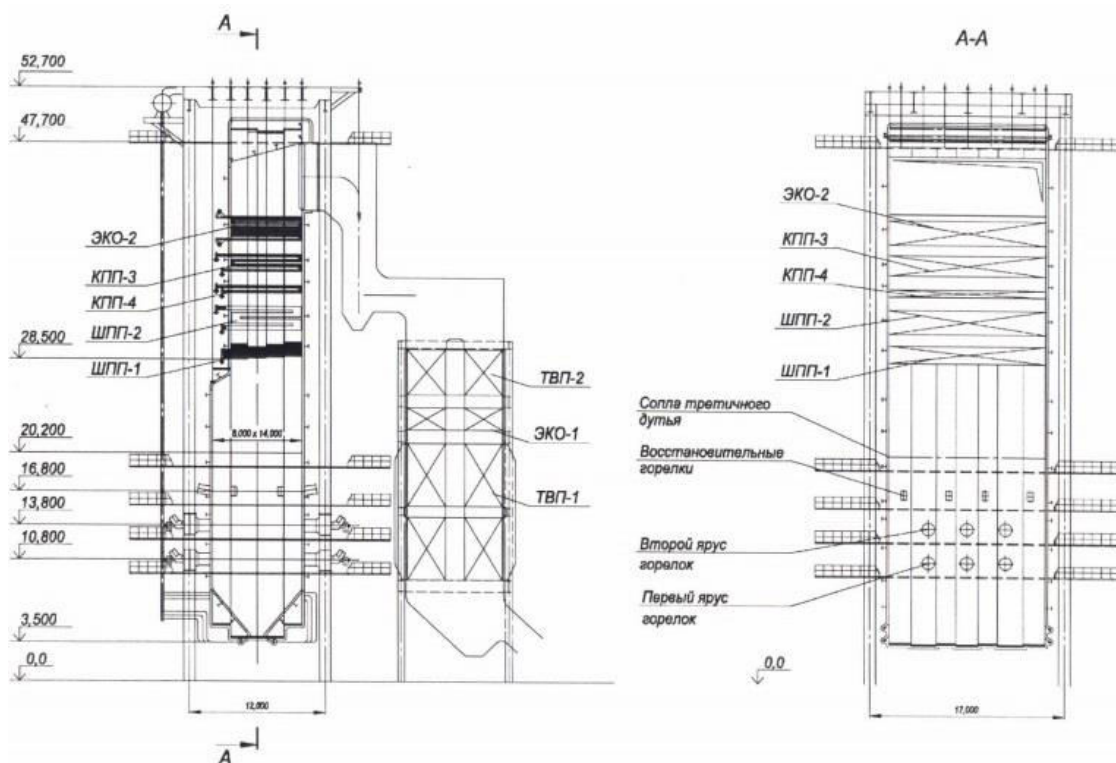


Рисунок 1 - Компоновка бешенного котлоагрегата ст. №№7,8 БКЗ-550-13,8-560КТ, с расположением поверхностей нагрева

Для решения этих задач необходима разработка основной концепции реконструкции и модернизации, которая включает в себя следующие мероприятия:

1) Подготовка твердого топлива к пылевидному сжиганию включает в себя процессы его очистки от посторонних примесей, предварительного дробления, сушки и измельчения. При этом необходимо кроме увязки суммарно размольной и сушильной производительности мельниц и определения необходимого резерва учитывать возможность устранения режима приводящих к снижению экономичности и увеличения вредных выбросов котельного агрегата по условию работы мельничных устройств.

Количество тепла, вносимого в сушильно-мельничную систему, должно обеспечивать сушку топлива с рабочей влажностью топлива ( $W^p, \%$ ) до заданной влажности пыли. В котлоагрегате ст. №7 температура сушильного агента составляет не более  $200^\circ\text{C}$ , что является не достаточным для сушки топлива, и приводит к неполноте сгорания топлива (химический недожог), комкованию золы или полного сгорания топлива не в ядре горения, а в верхней части топки, где расположена основная часть поверхностей нагрева. Решением данной проблемы является перемещение отбора подогретого воздуха (первичного воздуха) с пятого яруса ВЗП (в котлоагрегате БКЗ-550-13,8-560КТ отбор производится с третьего яруса). Что позволит увеличить температуру сушильного агента с  $200^\circ\text{C}$  до  $350^\circ\text{C}$  и позволит повысить необходимое испарение влаги в топливе, с обеспечением стабильного и полного сгорания топлива в ядре горения.

2) При сжигании серосодержащего топлива образуются оксиды серы: сернистый ангидрид ( $\text{SO}_2$ ) и серный ангидрид ( $\text{SO}_3$ ). Оксиды серы, а также образующиеся при соединении в атмосфере с водяным паром кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) оказывают вредное воздействие на здоровье людей, являются причиной гибели хвойных лесов, снижения урожайности сельскохозяйственных культур, закисления водоемов. Кроме того, оксиды серы являются причиной коррозии стальных конструкций и разрушения различных строительных материалов. В атмосфере выброшенный из дымовой трубы сернистый ангидрид под действием солнечного света окисляется в серный ангидрид, а затем переходит в серную кислоту. Время существования оксидов серы и продуктов их трансформации в атмосфере

составляет (по данным различных исследований) от нескольких часов до нескольких суток, за это время воздушными потоками они могут быть перенесены на огромные (до 1000 км) расстояния. В этом заключается явление дальнего и сверхдальнего переноса оксидов серы.

На котлоагрегате ст. №7 установлен электрофильтр со встроенной NID-технологией, которая позволит после пуско-наладочных работ снизить выбросы оксидов серы. Технология состоит из известкового хозяйства, и самой NID-технологии, в составе которой миксер, дозатор, суточный силос и реактор. В основе метода мокрой абсорбционной очистки дымовых газов лежит нейтрализация сернистой кислоты, получающейся в результате растворения диоксида серы, содержащегося в дымовых газах, гидратом оксида кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (известью). Данный метод позволит снизить выбросы оксидов серы ниже  $780 \text{ мг/Нм}^3$ .

3) Конструкция башенного котлоагрегата выполнена таким способом, при котором экономайзеры находятся в топке выше барабана. При растопке происходит перегрев металла экономайзера, в котором отсутствует питательная вода. В связи с этим, выполняется постоянная подпитка котла при растопке. А также, при достижении высоких температур насыщенного пара в барабане, происходит вскипание воды в экономайзере. Во избежание перегрева металла и вскипания воды, необходимо установить принудительную циркуляцию воды, которая будет обеспечивать надежность оборудования, и экономичность при растопке.

4) При работе котла на высокоабразивном Экибастузском угле поверхности нагрева подвергаются износу в результате ударов твердых частиц, уносимых продуктами сгорания.

При этом стенка трубы становится тоньше, снижается ее прочность, что может привести к разрыву трубы. Установлено, что труба изнашивается неравномерно. Больше всего истираются трубы тыловых змеевиков, прямые участки труб, отходящих от коллектора, места изгиба труб, т. е. места, характеризующиеся повышенной местной скоростью потока уносимых частиц. Избыток воздуха и неравномерность горения приводят к увеличению скорости газов и местной концентрации пыли. Наибольшему износу подвергаются шахматные пучки, причем второй ряд изнашивается в среднем в 1,5 раза сильнее, чем остальные ряды. Первый ряд пучка обдувается потоком газа с пониженной скоростью, равной скорости в свободной части топки. При проходе через первый ряд скорость газа и частиц увеличивается. При прохождении последующих рядов пучка скорость твердых частиц становится меньше скорости газа за счет торможения частиц при ударе о трубы.

Решением данного мероприятия является уменьшение скорости газов, посредством перерасчета газо-воздушного тракта, и выстраивания режима работы котла. Что должно производиться комплексно с решением задачи по улучшению горения в пункте №1.

5) Внедрение Системы акустического мониторинга, предназначенного для непрерывного контроля технического состояния, обеспечит непрерывный контроль за состоянием поверхностей нагрева, что значительно сэкономит на межремонтном периоде котла.

6) Дуговое запальное устройство на розжиг мазута состоит из:

- плазменное запальное устройство с электрическим механизмом выдвижения;
- монитора контроля факела;
- системы локальной автоматики вспомогательного котельного оборудования.

Данное оборудование предназначено для экономии мазута, сбезфакельным розжигом. Для розжига котлоагрегата ст. №7 используется мазут марки М-100, который требует высоких температур в начальной стадии. Данная установка позволит сэкономить на расходе мазута и трудозатратах персонала, что дополнительно автоматизирует процесс.

Учитывая пуск аналогичного котлоагрегата ст. №8 (в начале второго полугодия 2020 года), данные мероприятия могут поспособствовать быстрому выполнению пуско-наладочных работ, с наименьшими потерями ресурсов.

### Список использованных источников

1. «Правила взрывобезопасности топливоподачи для приготовления и сжигания пылевидного топлива» от 27 марта 2015 года №10549;
2. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» от 2 июля 2013 года №41;
3. СН РК 4.02-05-2013 «Котельные установки»
4. СНиП РК 3.05-09-2002 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы»;
5. Беркович М.А. Автоматика энергосистем //Москва:Энергоиздат, 1991, 218 с.
6. Воробьев В.И. Эколого-градостроительные основы расчета приземных концентраций газа.//2006-335 с.
7. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность. 2014-185-195 с.