

«Сейфуллин оқулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: « Молодежь и наука – взгляд в будущее» - 2022.- Т.І, Ч.V. – С. 290-293

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КОТЛА П-57-3М ПОСЛЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ТОПОЧНОЙ КАМЕРЫ**

*Жумажанов Д., магистрант 2 курса  
Университет Торайгырова, г.Павлодар*

Работа тепловых электрических станций основана на надежной, эффективной работе основного оборудования. Основное оборудование проектируется заводом-изготовителем, и рассчитывается на определенный вид сжигаемого в котле топлива. Однако, строительство электростанций выполняется вблизи источника органического топлива, поэтому проектного топлива не является схожим по своему составу с топливом, на котором в реальности планируется работа парового котла. Каждое топливо по составу разное.

Рассматриваемый паровой котел П-57-3М установлен на Экибастузской ГРЭС-1 и соответственно сжигает Экибастузский уголь. Экибастузский уголь является высокозольным, при сжигании которого наблюдаются повышенные значения диоксида углерода  $CO_2$  и оксида азота  $NO$  на выходе из топочной камеры [1].

Принцип работы котла основан на получении тепловой энергии, выделяемой при сжигании топлива и нагрева рабочей среды в поверхностях нагрева котла. Сжигание топлива важный процесс, осуществляемый в топочной камере и от его организации зависит производительность котла.

Существуют различные способы сжигания угля, для мощных паровых котлов, типа П-57-3М сжигание топлива камерное. Камерное сжигание бывает факельным и циклонным. Циклонный (вихревой) способ основан на использовании закрученных топливо-воздушных потоков, где частицы топлива циркулируют по определенным траекториям до полного выгорания. Через горелки в топку поступают два различных потока: топливовоздушная смесь (топливная пыль при температуре 70-130 °С и первичный воздух) и вторичный воздух с температурой 250-420 °С. Образование горячей смеси завершается в топочной камере.

От работы горелок и их размещения зависит характер смесеобразования, от которого зависит интенсивность выгорания, скорость горения и образование оксидов азота. При увеличенном значении первичного воздуха на первом ярусе возникают так называемые быстрые оксиды азота,

которые сложно устранить, и они оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

Снижение вредных выбросов, в том числе, и оксидов азота, возможно при организации сжигания топлива, например, применением двухступенчатого сжигания топлива, т.е. установки второго яруса горелок по высоте топочной камеры [2]. Возможно, даже и трехярусного расположения горелок, применяется не на всех котлах, в связи с тем, что высота топочной камеры ограничена и температуры газов на выходе из топочной камеры завышены. Хотя в работах многих авторов все чаще встречаются предложения по трехярусному сжиганию топлива, где на третьем ярусе концентрация воздуха в пропорции больше чем топлива, и обеспечивается полное сгорание топлива.

Сжигание топлива в топочной камере до модернизации заключалось в сжигании топлива с использованием одного яруса горелок. Как известно, при горении топлива угольная пыль нагревается и сопровождается выделением газообразных горючих, называемых «летучими», в состав которых помимо водяных паров и газообразных горючих входят азотсодержащие вещества (амины и цианиды). Когда в зоне горения будет содержаться много окислителя (кислорода воздуха), то азотсодержащие вещества переходят в токсичный оксид азота  $\text{NO}$ , а если кислорода мало – в безвредный молекулярный азот  $\text{N}_2$ . Из азота воздуха оксиды азота образуются при высоких температурах, выше  $1500\text{ }^\circ\text{C}$  по механизму Зельдовича, эти оксиды получили название – термические  $\text{NO}_x$ . Благодаря хорошему перемешиванию топлива и воздуха, высоким температурам и локальным теплонапряжениям основная масса оксидов азота, примерно около 80 % образуется на начальном участке факела на расстоянии 2-3 калибра от горелки. Это способствует минимальным значениям химического и механического недожога топлива.

Для снижения выбросов  $\text{NO}_x$  в котлах, сжигающих уголь разработаны различные режимно-технологические решения, такие как, малотоксичные горелки, ступенчатый ввод воздуха, рециркуляция уходящих (дымовых) газов, селективные каталитическое и некаталитическое восстановление.

На паровом котле П-57-3М в ходе реконструкции были заменены горелки и установлены в два яруса для двухступенчатого сжигания топлива. На первом ярусе снижается коэффициент избытка воздуха, с целью невозможности образования «быстрых» оксидов азота, и на втором осуществляется полное догорание топлива. Это достигается при установке второго яруса горелок, реконструкции самих горелок с закрученными струями, что приводит к повышению температуры горения внутри топочной камеры.

От количества теплоты, получаемой от сжигания топлива зависит работа поверхностей нагрева котла. В экранных трубах топочной камеры циркулирует определенное количество рабочей среды, и если температура внутри топочной камеры при горении топлива будет высокой, то будет наблюдаться перегрев пароводяной смеси и соответственно увеличение температуры пара на входе в пароперегреватель.

Для полного восприятия теплоты сжигания топлива в топочной камере котла П-57-3М устанавливается двухсветный экран, для дополнительного снижения температуры дымовых газов в топочной камере. Для растопки котла используется мазут, впрыскиваемый через специально встроенные паромеханические форсунки на обоих ярусах. На каждом ярусе после модернизации котла расположены по 12 вихревых пылеугольных горелок (рисунок 1).

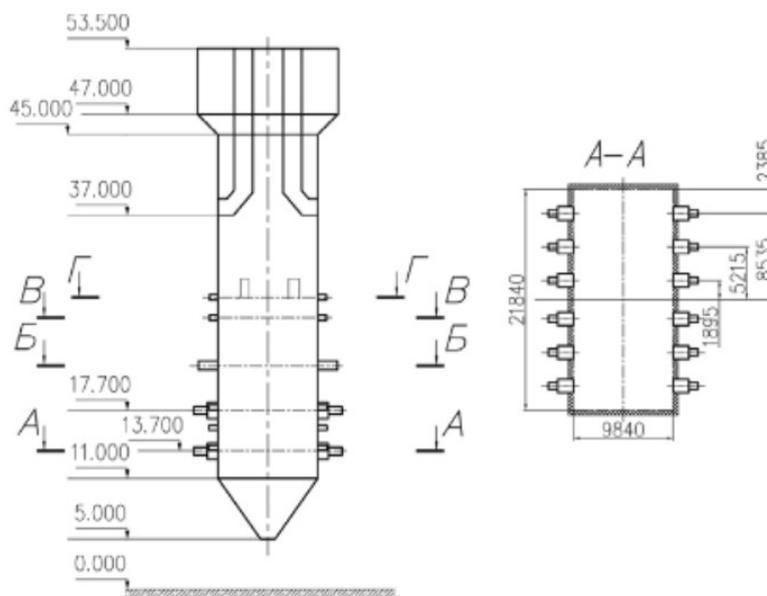


Рисунок 1 - Расположение горелок по высоте топочной камеры

Над горелками основных ярусов тангенциально установлены 8 сбросных горелок. При организации вихревого сжигания топлива после модернизации котла наблюдается лучшее выгорание топлива. На первом ярусе за счет тангенциального расположения создается закрутка потока и хорошее смешение воздуха и измельченного топлива, на втором ярусе - 4 сопла расположены встречно, для подачи воздуха по центру топки (рисунок 2).

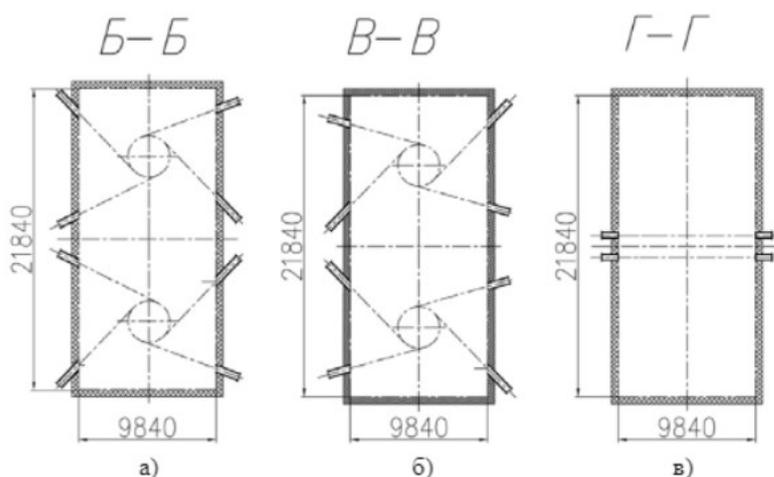


Рисунок 2 – Схема расположения сопел горелочных устройств  
а – сбросных сопел, б, в – третичного дутья

В топочной камере также предусмотрены 12 сопел для пристенного дутья. Это способствует защите экранов, снижает риск коррозии металла труб в восстановительной среде. К тому же, в пристенной области снижается температура на 150-200 °С, что дополнительно защищает поверхности нагрева. Воздушные струи от сопел пристенного дутья распространяясь по ширине топки полностью перекрывают фронтную и заднюю стенки, что важно в теплонапряженных областях.

Компоновка сопел третичного дутья позволяет дожигать химический недожог [3]. Таким образом, КПД котла повышается за счет уменьшения потерь с химическим и механическим недожогом, увеличения паропроизводительности за счет установки двусветного экрана, хорошим теплообменом в испарительных поверхностях нагрева топочной камеры за счет пристенного дутья, и самое главное, снижение выбросов токсичных оксидов азота.

#### Список использованной литературы

1 Бабий, В.И. Механизм образования и способы подавления оксидов азота в пылеугольных котлах./В.И. Бабий, В.Р. Котлер, Э.Х. Вербовецкий// Энергетик.1996. № 6.

2 Бабий, В.И. Горение угольной пыли и расчет пылеугольного факела./В.И.Бабий, Ю.Ф. Куваев. –М.: Энергоатомиздат, 1986. – 208 с.

3 Алехнович, А.Н. Топочно-горелочные устройства пылеугольных котлов. Снижение выбросов NOx и шлакования: учебное пособие / А.Н. Алехнович.– Челябинск: Цицеро, 2011. – 126с.

4 Alekhnovich A.N., Bogomolov V.V., Karyagin Yu.V., Korelkin G.N. Burning of non-projected fuel on boilers P-57 of 500 MW, 2002, Power Technology and Engineering № 9 p. 8-14