

УДК 662.6

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЧЕТЫРЕХВИХРЕВОЙ СХЕМЫ СЖИГАНИЯ НА КОТЛЕ БКЗ-640

Брикман И.А.¹, Козлов С.Г.¹, Скуратов А.П.²
ЗАО «Сибирский ЭНТЦ»¹, Сибирский Федеральный Университет²
г. Красноярск

Решение задач по оптимизации работы котельного оборудования ТЭЦ позволяет решить вопросы энерго- и ресурсосбережения, повысить технико-экономические показатели станций и надежность работы теплоэнергетического оборудования.

В работе проведены исследования топочного процесса в котле БКЗ-640 Гусиноозерской ГРЭС. По проекту СибВТИ на Гусиноозерской ГРЭС была выполнена реконструкция котла БКЗ-640 ст. № 2 с переводом его на твердое шлакоудаление. Реконструированный котел рассчитан на сжигание холбольджинского бурого угля. Однако, в настоящее время на станции осуществляется перевод котлов на сжигание окино-ключевского угля. В связи с этим возникла необходимость в разработке технических решений по модернизации котла БКЗ-640 ст. №2.

При реконструкции применена система пылеприготовления прямого вдувания с газовой сушкой топлива. Горелки прямоточные в количестве двенадцати штук установлены диагонально на боковых стенах топки в три яруса. На заднем и фронтальном экранах установлены пристенные сопла третичного дутья. Такая компоновка горелок и воздушных сопел должна сформировать четырёхвихревую аэродинамическую структуру факела (рис. 1).

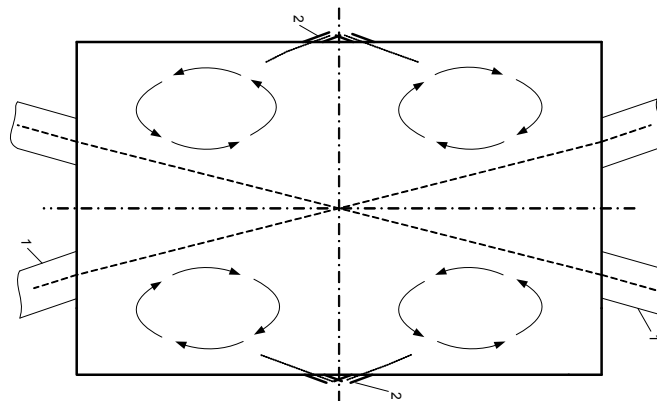


Рисунок 1 – Схема четырёхвихревой топки:
1 – горелки пылеугольные; 2 – сопла третичного дутья.

Для оптимизации четырёхвихревой схемы сжигания пылеугольного топлива была разработана математическая модель топки котла БКЗ-640 на основе пакета программ для численного моделирования процессов горения и аэродинамики *SigmaFlame* [1,2]. Расчетная сетка состояла из примерно 700000 узлами

(рис. 2). Скорость аэросмеси и воздушного дутья в контрольных сечениях модели рассчитывалась соответственно по заданным их расходам. Фракционный состав угольной пыли задавался по экспериментальным данным, полученным СибВТИ. Разработанная модель была адаптирована к реальным условиям работы котельной установки.

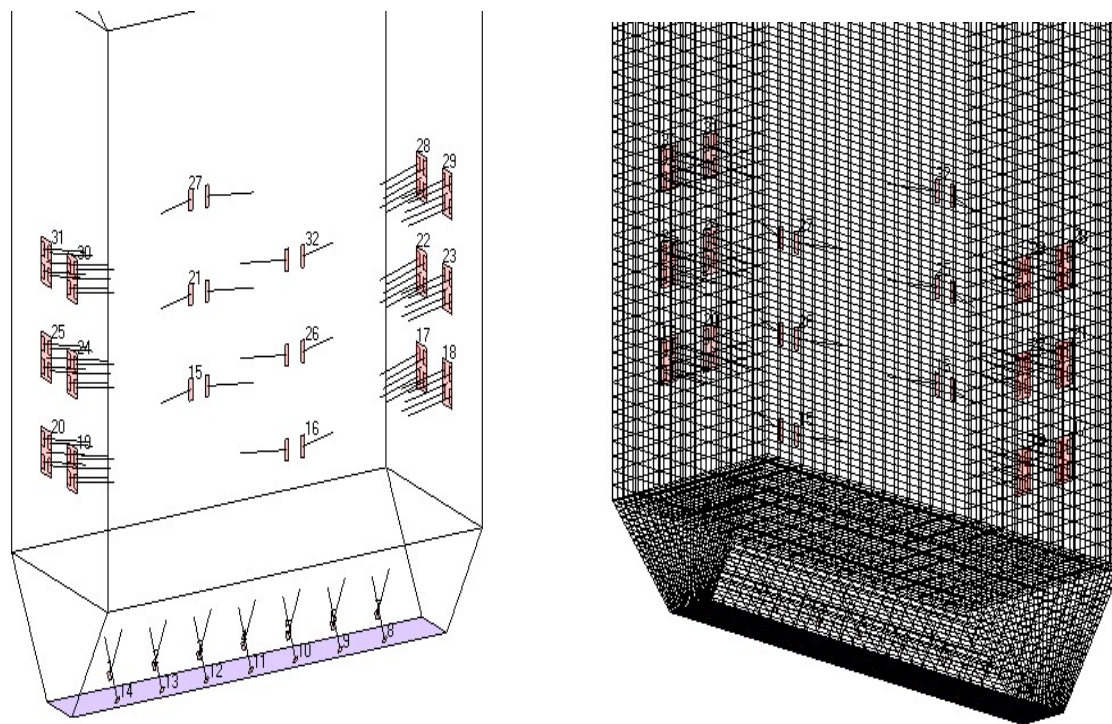


Рисунок 2 – Геометрия и расчетная сетка топочной камеры котла БКЗ-640 Гусиноозерской ГРЭС.

Рассчитывались варианты четырехвихревой топки с трёхъярусными горелками, установленными на боковых стенах топки по диагональной схеме, с трёхъярусными пристенными соплами третичного воздуха на фронтальной и тыльной стенах топки, без сопел нижнего дутья (СНД), с СНД, с наклоном горелок вниз на 10° и без наклона.

Таким образом, исследовались следующие варианты:

- вариант № 1 – исходный вариант без СНД и без наклона горелок;
- вариант № 2 – с наклоном горелок вниз на $\gamma = 10^\circ$, без СНД;
- вариант № 3 – без наклона горелок с СНД;
- вариант № 4 – с наклоном горелок вниз на $\gamma = 10^\circ$, с СНД.

На рисунке 3 показаны температурные и скоростные поля четырехвихревой схемы без СНД и наклона горелок (вариант № 1). Как видно, в горизонтальных сечениях топки наблюдается устойчивое движение газов, формирующее четыре вихря. Горелочные струи располагаются диагонально в центральных частях топки. Вдоль фронтального и тыльного экранов возникает движение потоков третичного дутья, которые способствуют формированию четырехвихревой схемы, снижают температуру газов у экранов. Кроме того, такая аэродинамика потоков положительно сказывается и на уменьшении интенсивности шлакования

экранных поверхностей топки. Анализ показывает, что приведенные на рисунке 3 температурные и скоростные поля имеют место и в других исследуемых вариантах расчета.

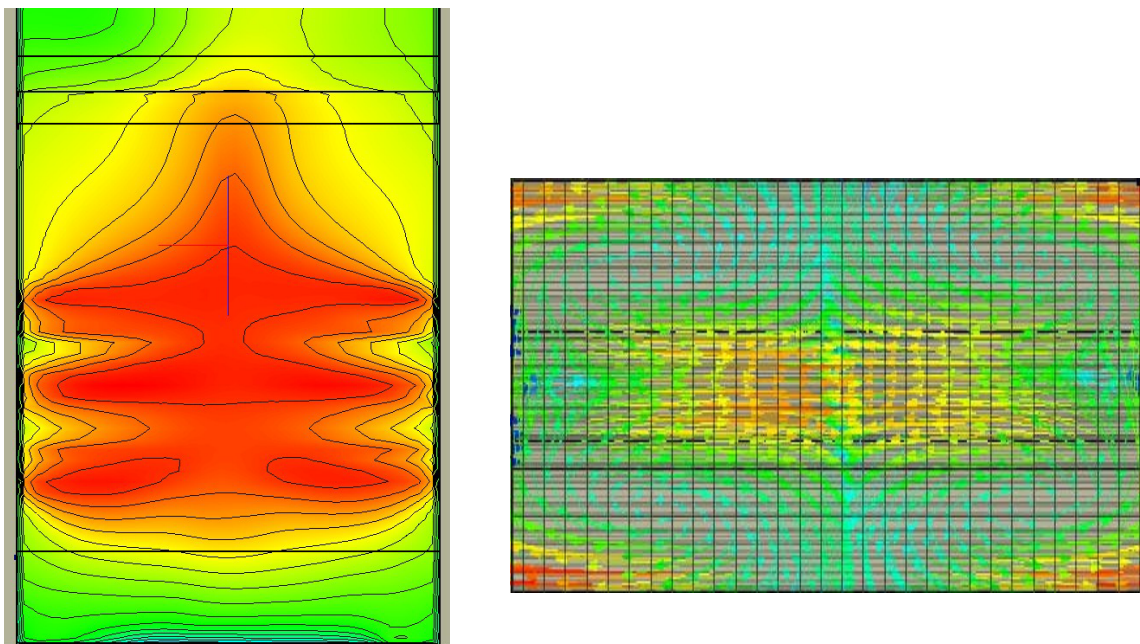


Рисунок 3 – Температурные и скоростные поля.

Расчеты показывают, что наклон горелок вниз на 10° приводит к повышению на 20°C температуры в верхней части холодной воронки и снижению на 9°C температуры перед ширмами, (рис. 4).

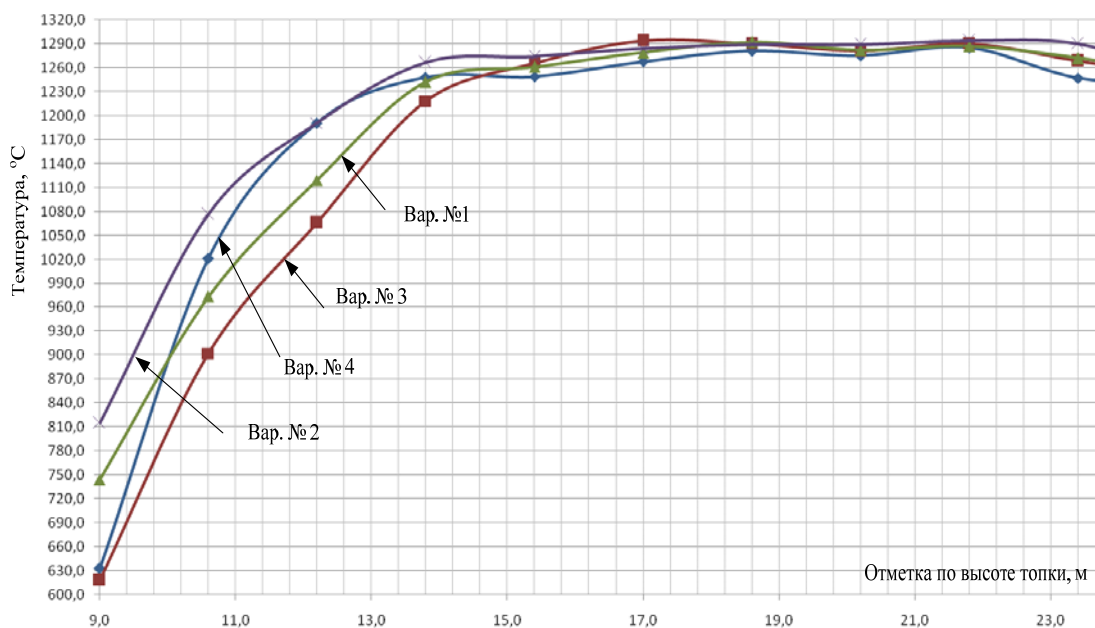


Рисунок 4 – Температура газов по высоте топки на расстоянии 0,2 м от бокового экрана в поперечном сечении по оси топки

Включение СНД снижает температурный уровень в холодной воронке. Максимальные температуры в зоне активного горения изменяются незначительно. Наиболее привлекательным следует признать вариант № 4 с СНД и наклоном горелок вниз на 10°, обеспечивающий снижение температуры перед ширмами и на выходе из топки.

Таким образом, в результате расчетных исследований предложена четырехвихревая аэродинамическая схема организации топочного процесса. Схема предусматривает блочную компоновку (от четырех пылесистем) на боковых стенах топки трехъярусных прямооточных горелок типа ГПР с наклоном вниз на 10°, а также размещение на фронтном и заднем экранах в три яруса пристенных сопел воздушного дутья. В нижней части холодной воронки предусмотрена система нижнего воздушного дутья по встречно-смещённой схеме.

Литература

1. А.А. Дектерев, А.А. Гаврилов, Е.Б. Харламов, К.Ю. Литвинцев “Использование программы σFlow для численного исследования технологических объектов” // Вычислительные технологии. 2003. Т. 8, Ч. 1, С. 250-255.
2. Дектерев А.А., Гаврилов А.А., Харламов Е.Б., Чернецкий М.Ю., Тэпфер Е.С. «SIGMAFLAME – специализированная программа для моделирования топочных камер» // Всероссийский семинар кафедр Вузов по теплофизики и теплоэнергетике 13-15 мая 2009 г., Красноярск Тезисы докладов 25 с.