

## **ОПТИМИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЧЕТЫРЕХВИХРЕВОЙ СХЕМЫ СЖИГАНИЯ ДЛЯ КОТЛА БКЗ-320(270)-140 КРАСНОЯРСКОЙ ТЭЦ-1**

**Брикман И.А., Щербинин Ю.А.**

**Научный руководитель профессор Скуратов А.П.**

*Сибирский федеральный университет*

Повышение эффективности работы теплоэнергетического оборудования всегда являлось приоритетным направлением в развитии энергетической науки. Выход из строя старого оборудования из-за его старения и практически единичные вводы новых энергетических мощностей - все это заставляет более серьезно подойти к работе существующих станций. При наметившемся в последние годы экономическом росте может возникнуть дефицит энергетических мощностей. Решение задач по оптимизации работы ТЭЦ позволит повысить технико-экономические показатели станций, что приведет к повышению их конкурентоспособности на энергетическом рынке в условиях реструктуризации энергетической отрасли.

Решение многих возникающих задач значительно облегчает совершенствование методов и средств численного моделирования. Появилась возможность проводить многопараметрические расчеты и создавать визуализацию полученных решений. При помощи пакета программ для численного моделирования процессов горения и аэродинамики выступает пакет программ *SigmaFlame*, с помощью которого была проведена разработка математической модели четырехвихревой схемы сжигания для котельного агрегата БКЗ-320(270)-140 ст. № 18 Красноярской ТЭЦ-1, та также оптимизация существующего метода организации сжигания пылеугольного топлива

Котлы БКЗ-320(270)-140 с жидким шлакоудалением (ЖШУ) Красноярской ТЭЦ-1 смонтированы для сжигания бородинского угля с зольностью на сухую массу до 10 %. Однако, в последние годы на станцию нередко поставляется высокозольный бородинский и березовский угли.

Высокотемпературное сжигание этих углей в топках котлов БКЗ приводит к интенсивному шлакованию топки и пароперегревателя, в результате чего котлы несут пониженную нагрузку. В связи с тем, что котлы БКЗ-320 по условиям шлакования не работают на номинальной нагрузке 320 т/ч, они в 1992 году были перемаркированы на 270 т/ч, но, как показали ранее проведенные испытания СибВТИ, их бесшлаковочная мощность при работе на бородинском угле не превышает 250 т/ч.

Ранее котел БКЗ-320(270)-140 ст. № 18 Красноярской ТЭЦ-1 с жидким шлакоудалением был реконструирован с переводом его на твердое шлакоудаление (ТШУ) и организацией четырехвихревой схемы топчного процесса. Реконструкция была вызвана как повышением надежности работы топчной камеры котла на высокозольных бородинских углях, так и необходимостью снижения выбросов  $NO_x$  и  $SO_2$  за счет организации низкотемпературного процесса и ступенчатого сжигания топлива. Суть реконструкции заключалась в увеличении топчного объема с 1385 до 1510 м<sup>3</sup> за счет отнесения задней топки на 1,152 м. На боковых стенах топки было установлено четыре двухъярусных прямооточных

горелки с рассредоточенной подачей аэросмеси. Также были установлены сопла третичного дутья в три яруса на фронтальной и задней стенах топки.

Наиболее оптимальные режимы при работе котла с нагрузкой  $D_k = 240-275$  т/ч были зафиксированы при четырех работающих пылесистемах и при трех пылесистемах в сочетании Б, В, Г. Эти режимы характеризовались обозначенной вихревой круткой топочных газов и наименьшей неравномерностью температурных полей в топке. Отмечено загрязнение лобовых змеевиков ширм (ПП-2), особенно в их нижней части.

Результаты проведенных исследований и опыт промышленной эксплуатации котла в целом подтвердили правильность выбранного направления реконструкции котлов БКЗ-320-140, позволяющей наряду с улучшением показателей по выбросам оксидов азота и серы, повысить их беспшлаковочную паропроизводительность. Вместе с тем, результаты исследований и оценка эффективности реконструктивных мероприятий выявили ряд недостатков в работе котла, требующих дальнейшего его совершенствования, в частности ухудшение аэродинамики топки из-за снижения примерно на 10 % скорости вторичного воздуха, по сравнению с проектными значениями.

Для устранения выявленных недостатков, возможности оптимизации работы реконструированного котла, повышения его технико-экономических и экологических показателей, была разработана комплексная математическая модель теплообмена и аэродинамики топочного процесса (рисунок 1).

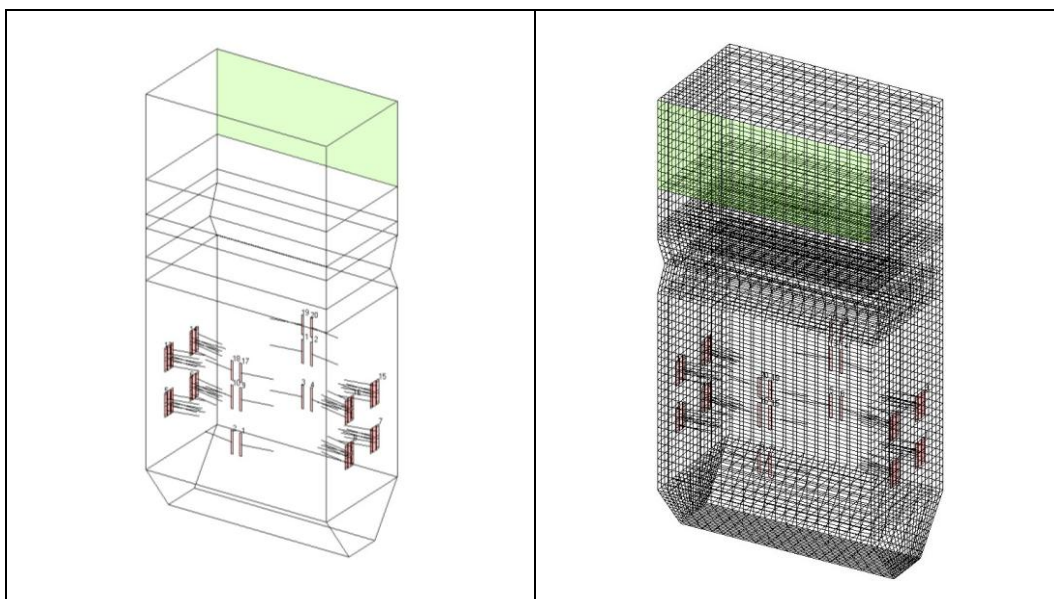


Рисунок 1 – Геометрия и расчетная сетка топочной камеры котла БКЗ-320(270)-140 Красноярской ТЭЦ-1 с четырехвихревой организацией сжигания пылеугольного топлива

Результаты моделирования приведены на рисунках 2-3.

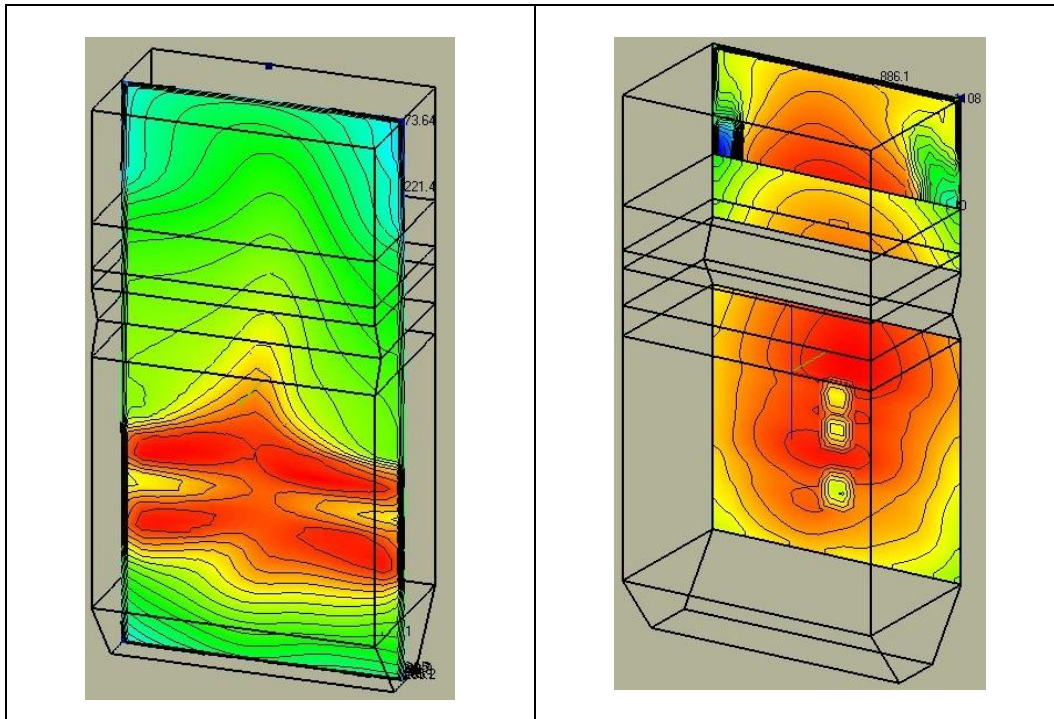


Рисунок 2 – Поле температур

Из рисунка 2 видно, что поле температур равномерно распределено по всему объему топочной камеры. Высокие значения температуры преобладают в центре, в пристеночной области преобладает «холодный» пристеночный слой, который исключает возможность шлакования поверхностей нагрева.

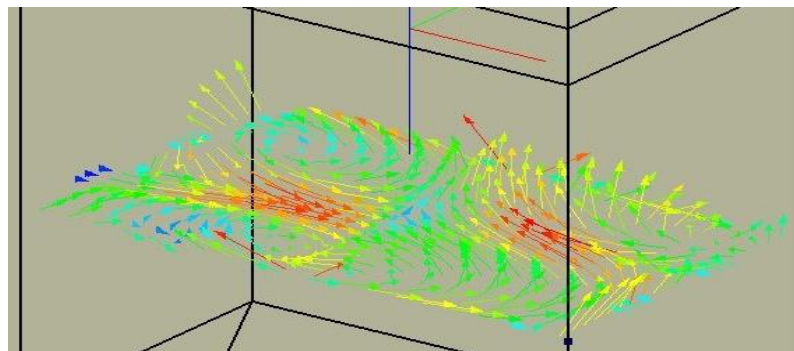


Рисунок 3 – Поле скоростей

Из рисунка 3 видно, что при организации четырех вихревой схемы сжигания, частицы топлива находятся в вихревом потоке, что исключает их провал в холодную воронку, обеспечивает лучшее выгорание и тем самым уменьшаются потери с механическим недожогом топлива ( $q_4$ ).

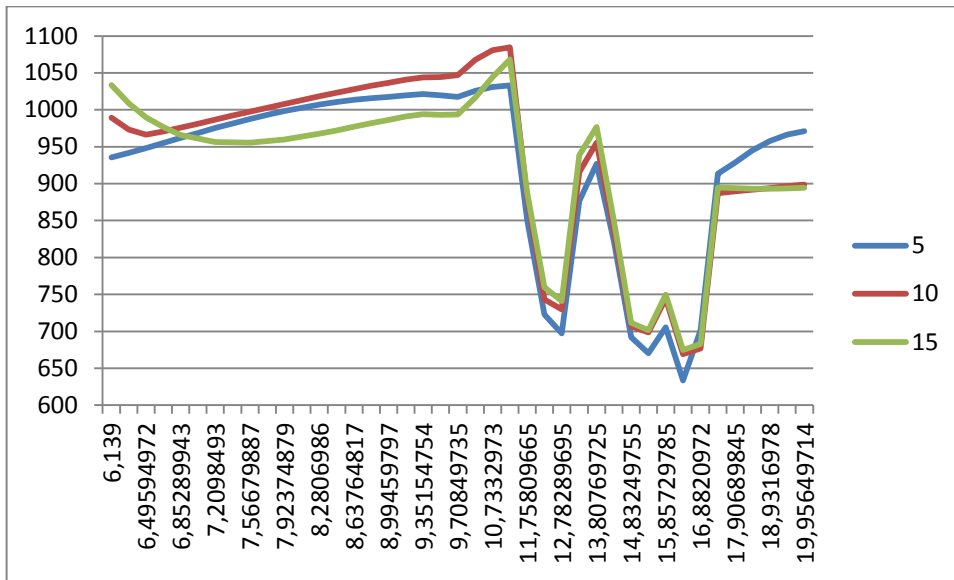


Рис. 4. График зависимости температуры приэкранного слоя от высоты топки при различных углах наклона горелок нижнего яруса.

Шлакование экранов – одна из главных проблем топочного процесса.

График показывает влияние наклона горелок на шлакование экранов. Видно, что перед первым ярусом сопел третичного дутья большие температурные напряжения, между ярусами, а также после третьего яруса. По полученным данным можно сказать, что наклон горелок в 15° наиболее оптимален до нижнего яруса и наряду с расположением в 10° оптимален после верхнего яруса сопел, но наклон в 5° позволяет менее загрязнять экраны в межярусном пространстве. Можно сделать вывод, что при действующих расходах аэро-смеси и воздуха и скоростях их подачи, при сохранении геометрических размеров горелок, действующие углы наклона горелок не являются оптимальными. Увеличение угла наклона нижнего яруса горелок приведет к более эффективному сжиганию КАУ и к меньшему шлакованию топочных экранов.