

ТЕПЛОФИЗИКА

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СЖИГАНИЯ НИЗКОСОРТНЫХ КАЗАХСТАНСКИХ УГЛЕЙ В КАМЕРАХ СГОРАНИЯ ТЭС

А.С. Аскарова, С.А. Болегенова, В.Ю. Максимов

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г.Алматы

Проведены численные исследования турбулентных реагирующих течений, происходящих при горении низкосортных казахстанских углей в камере сгорания реального энергетического объекта. Численно решены трехмерные уравнения реагирующих турбулентных потоков. Получены распределения концентраций вредных азотосодержащих веществ.

Проблемы теплофизики и теплоэнергетики вызывают огромный интерес и имеют ценность для практики. Актуальность данной проблемы и растущее внимание к ней связаны с повышением эффективности использования энергии и с решением экологических проблем, с работой действующих энергетических установок, с созданием новых камер сгорания, с увеличением количества загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу.

Участие энергетических предприятий в загрязнении окружающей среды продуктами сгорания топлива, твердыми отходами велико. Это, прежде всего, электростанции, работающие на твердом топливе и являющиеся основным источником загрязнения воздуха, воды и почвы. В атмосферу Казахстана выбрасываются такие вещества как оксид углерода, оксид азота, диоксид азота, пыль, свинец, диоксид серы и т.д., которые наносят существенный вред человеческому организму.

Эта проблема может быть решена только на основе физического, математического и химического моделирования. В этой связи численный эксперимент становится одним из наиболее экономичных и удобных способов для детального анализа сложных физических и химических явлений, происходящих в топочной камере. Использование современных супер-ЭВМ (SUN) позволяет решать эти задачи для конкретных энергетических установок (ТЭС, ГРЭС и т.д.) и для любого энергетического топлива.

Проведение численных экспериментов по сжиганию пылеугольного топлива в топочных камерах реальных энергетических устройств позволяют:

- получить большой и достаточно полный набор характеристик процесса конвективного теплопереноса в реагирующих многофазных потоках,
- гибко вмешиваться в сам процесс на любой его стадии,
- проводить широкий анализ всех параметров будущего котла, что обеспечит экономию времени и средств в отличие от строительства действующей уменьшенной модели,
- перераспределять топливно-воздушные потоки в камере сгорания, используя различную компоновку горелок,
- решать вопросы эффективности использования энергии и экологические проблемы выбросов вредных продуктов сгорания.

В данной статье мы будем говорить о применении методов 3-D моделирования к исследованию процессов теплопереноса, происходящих при сжигании энергетического топлива в топочных камерах действующих ТЭС. Это исследование будем проводить на основе 3^x-мерных уравнений Навье-Стокса, переноса энергии и массы с учетом теплопередачи, теплового излучения, химических реакций и многофазности среды.

Были проведены вычислительные эксперименты на примере высокосортного Карагандинского рядового угля КР200 в топочной камере действующего котла БКЗ-75 Шахтинской ТЭЦ (рисунок 1). Метод исследования, предложенный нами, позволяет проводить

такие численные эксперименты с любым твердым топливом на любых действующих электростанциях.

Полученные результаты имеют фундаментальное и практическое значение и могут быть использованы для развития теории горения твердых топлив, а также при проектировании камер сгорания различных ТЭС.

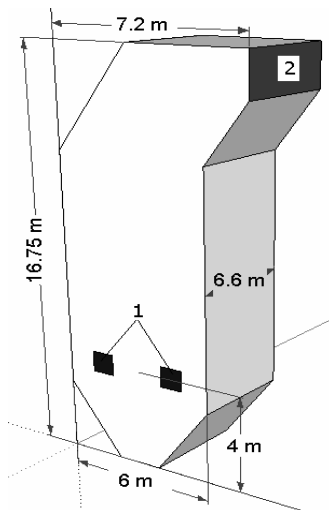


Рис. 1. Общий вид камеры сгорания

Котел БКЗ-75 оборудован четырьмя вихревыми пылеугольными горелками, установленными по две горелки с фронта и с тыла в один ярус. В котле сжигается пыль Карагандинского рядового (КР-200) угля, зольностью 35,1%, выходом летучих 22%, влажностью 10,6% и теплотой сгорания 18550 кДж/кг. Тонина помола угля составляет R=20%.

Были получены распределения концентраций реагирующих веществ, таких как NO, HCN и NO₂.

Картина распределения концентрации азотосодержащих компонентов представлена на рисунках 2-4.

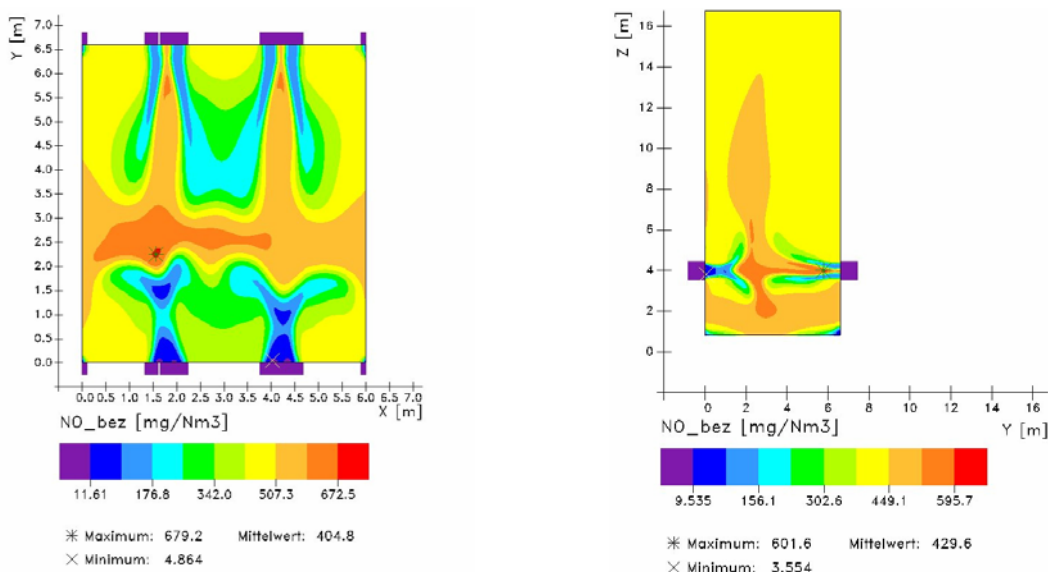


Рис. 2. Распределение концентрации NO в камере сгорания БКЗ-75 в центральном сечении

Как видно из представленных графиков наиболее интенсивное газообразование основных азотосодержащих компонентов происходит в области распространения потоков из горелок, что соответствует реальной картине процесса в камере сгорания.

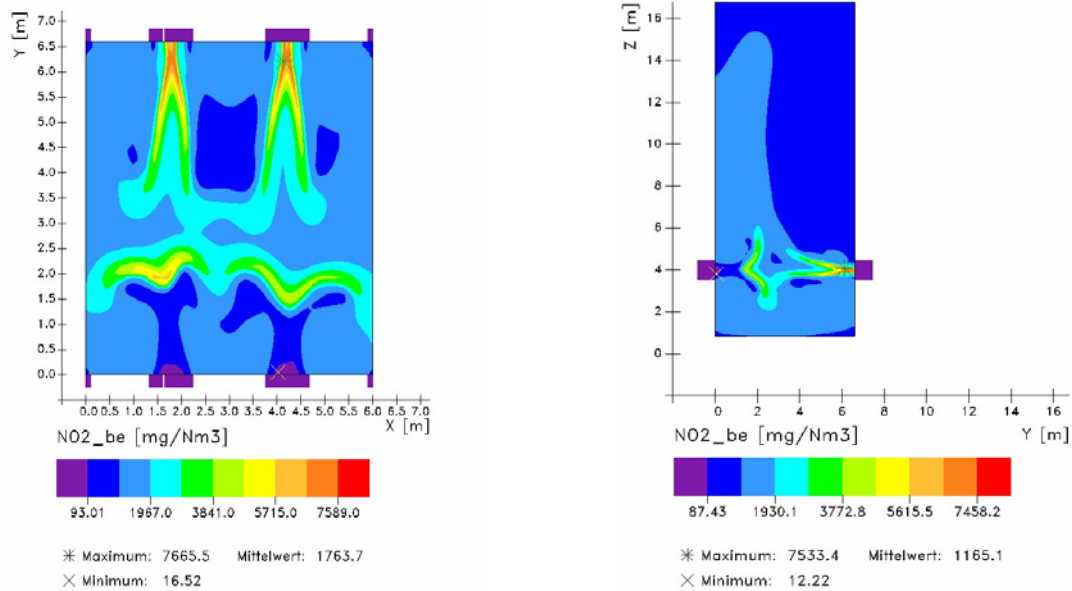


Рис.3. Распределение концентрации NO₂ в камере сгорания БКЗ-75 в области горелок

Характер распределения концентраций в этих плоскостях неоднозначен, что говорит о сложном, нелинейном характере процесса образования указанных веществ в этой области.

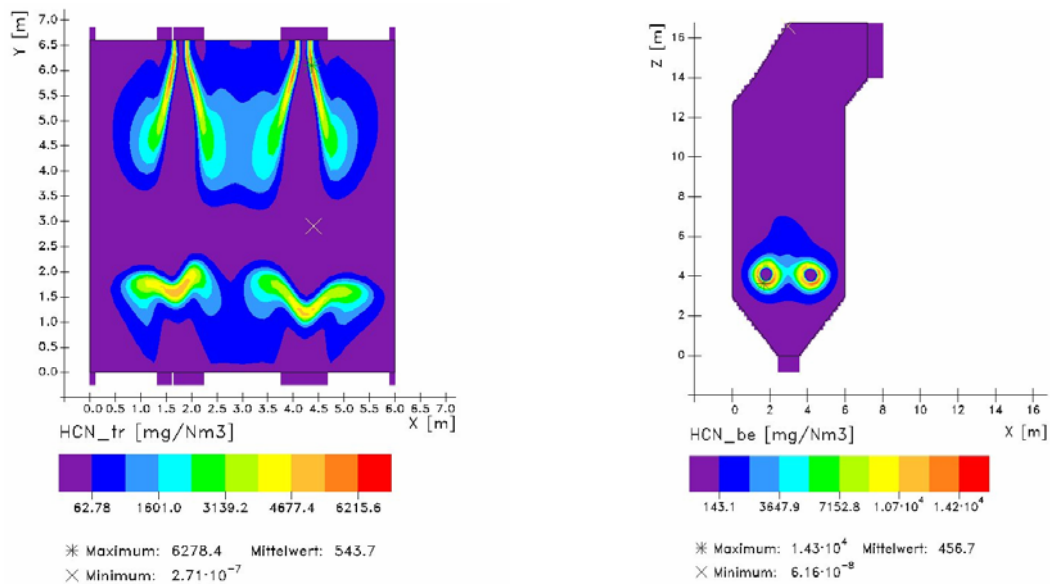


Рис. 4. Распределение концентрации синильной кислоты HCN в камере сгорания БКЗ-75 в области горелок

Полученные в работе результаты могут быть положены в основу разработки конкретных рекомендаций по организации процесса "чистого" сжигания твердого топлива.

Это в свою очередь позволит в значительной степени снизить вредные пылегазовые выбросы в атмосферу с целью эффективного развития топливно-энергетических предприятий и снижения до минимума вредного антропогенного воздействия ТЭС на окружающую среду.

Литература

1 Askarova A.S., Heierle Ye., Leithner R., Müller H. CFD simulationen der NO_x production in Kohlenstaub-befeuerten Brennkammern. // VDI-Berichte 2056, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 2009, S.575-579.

2 Аскарова А.С. Тепломассоперенос при сжигании твердого топлива в промышленных котлах на примере павлодарской ТЭЦ. // Теплофизика и аэромеханика, Новосибирск; 2001.- том7, № 2. С.293-300

3 Laufer J. Investigation of turbulent flow in two-dimensional channel // NASA Rept. 1053, 1951

ЖЭС ЖАНУ КАМЕРАСЫНДАҒЫ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТӨМЕНГІ СОРТТЫ КӨМІРДІҢ ЖАНУ ПРОЦЕСІН ҮШ ӨЛШЕМДІ ТҮРДЕ МОДЕЛДЕУ

Ә.С. Асқарова, С.Ә. Бөлегенова, В.Ю. Максимов

ЖЭС Қазақстандағы жану камерасындағы қатты отынның жану процесіне зерттеу жүргізілді. Реакцияға түсетін турбулентті ағыстың тендеуін үш өлшемді түрде сандық зерттеу жүргізілді. Жану камерасында NO_x зиянды қалдықтардың түзілу нәтижесі зерттелді.

COMBUSTION OF LOW-RANK COALS IN TURNASES OF KAZAKHSTAN COAL-FIRING POWER PLANS

A.S. Askarova, S.A. Bolegenova, V.Ju. Maksimov

The simulation of the combustion in the concurrent flow of low-rank coals in turnases of Kazakhstan coal-firing power plans has been performed. Numerical solution of the systems of differential three-dimensional stationary equations of turbulent reacting boundary layer has been obtained. The study of the influence of the initial factors on the process of combustion and formation of NO_x has been carried out.