

ҚР БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
ӘЛ-ФАРАБИ АТ. ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЖӘНЕ ТЕОРИЯЛЫҚ ФИЗИКА
ҒЫЛЫМИ-ЗЕРТТЕУ ИНСТИТУТЫ
АШЫҚ ТҮРДЕГІ ҰЛТТЫҚ НАНОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ
ЗЕРТХАНА

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE RK
AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY
SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF EXPERIMENTAL
AND THEORETICAL PHYSICS
NATIONAL NANOTECHNOLOGY OPEN LABORATORY

«ФИЗИКАНЫҢ ЗАМАНАУИ ЖЕТІСТІКТЕРІ ЖӘНЕ
ІРГЕЛІ ФИЗИКАЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ» атты
9-ші Халықаралық ғылыми конференцияның
ТЕЗИСТЕР ЖИНАҒЫ
12-14 қазан, 2016, Алматы, Қазақстан

СБОРНИК ТЕЗИСОВ
9-ой Международной научной конференции
«СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ФИЗИКИ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ»
12-14 октября, 2016, Алматы, Казахстан

BOOK OF ABSTRACTS
of the 9th International Scientific Conference
«MODERN ACHIEVEMENTS OF PHYSICS AND
FUNDAMENTAL PHYSICAL EDUCATION»
October, 12-14, 2016, Kazakhstan, Almaty

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА ПРИ НАЛИЧИИ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ

А.С. Аскарова, С.А.Болегенова, В.Ю. Максимов, А.Б. Ергалиева, З.Х. Габитова

НИИЭТФ, КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Несмотря на большое разнообразие альтернативных источников энергии, химическая энергия получаемая путем сжигания энергетических топлив занимает непропорционально большую часть всей производимой в мире энергии. Эта тенденция будет иметь место и в ближайшем будущем, потому что это удобно, энергетически выгодно и экономично. [1]. Однако такое топливо нельзя назвать экологически чистым. Процесс горения энергетического топлива сопровождается выделением огромного количества загрязняющих веществ, основными из которых являются сажа, оксиды серы, азота и углерода [2].

На сегодняшний день перед мировым сообществом стоит задача о незамедлительности решения проблемы загрязнения Земли из-за экологически вредных выбросов. В первую очередь для решения этой проблемы необходимо изучить детальный процесс горения топлива, который из-за сложности физико-химических реакций до сих пор до конца не изучен. Однако на современном этапе науки и техники появилась возможность использовать методы численного моделирования и численного эксперимента для решения широкого круга задач в области тепло - и массообменных процессов [3-5]. Метод компьютерного моделирования стал незаменимым эффективным способом описания процессов тепломассопереноса в высокотемпературных и химически реагирующих средах в областях реальной геометрии топочных камер сгорания (ТЭЦ, ТЭС и т.д.).

В данной работе методом численного моделирования был исследован процесс горения угля в топочной камере котла реального энергетического объекта. Целью исследования было получение и исследование основных характеристик процесса горения угля, изучение основных закономерностей распределения концентрационных полей и их значений по объему топочной камеры сгорания. Исследование проводилось с топливом различной дисперсности, в работе представлены результаты моделирования горения монодисперсного и полидисперсного факела.

Вычислительный эксперимент для изучения и моделирования процессов тепломассопереноса при горении твердого топлива с учетом происходящих при этом физико-химических превращений был проведен на реальном энергетическом объекте. В качестве исследуемого объекта выбрана камера сгорания котла БКЗ-160 Алматинской ТЭЦ (Казахстан) к блоку 173 МВт, паропроизводительностью 160 т/ч.

Численное моделирование было проведено с помощью стартового пакета программ FLOREAN [6-8]. При проведении численного моделирования процессов тепломассопереноса был применен метод контрольного объема. С его помощью вся камера сгорания энергетического котла БКЗ-160 была поделена на контрольные ячейки с использованием расчетной сетки: $I=66$, $J=32$, $K=103$. Это позволило получить 217536 расчетных областей.

В результате проведения исследования были определены концентрационные характеристики кислорода O_2 , оксидов углерода CO , CO_2 и оксида азота NO .

Показано, что концентрация окислителя имеет влияние на выделение химической энергии (Q_{chem}). В области расположения горелочных устройств, обогащенной кислородом воздуха O_2 , химическая энергия Q_{chem} принимает максимальные значения, по мере продвижения к выходу концентрация кислорода O_2 из камеры сгорания снижается вследствие ее выгорания на начальном этапе, а химические процессы затухают.

Характер образования оксида углерода CO и диоксида углерода CO_2 различен. Максимальных значений концентрация монооксида углерода достигает в зоне активного горения, а

образование диоксида углерода CO_2 увеличивается по мере продвижения к выходу из топки. По мере продвижения к выходу из топочной камеры происходит восстановление CO_2 из CO , эта закономерность справедлива как для монодисперсного, так и для полидисперсного факела. На выходе из топочной камеры средние значения концентрации двуокиси углерода для полидисперсного факела составляют 0,1876 кг/кг, а для монодисперсного факела – 0,1895 кг/кг.

Образование оксида азота NO и азотосодержащих веществ является неоднозначным, сложным, нелинейным процессом, который может происходить по разным схемам и механизмам. Наиболее интенсивное газообразование основных азотосодержащих компонентов происходит в области распространения потоков из горелок, т.е. там, где в максимальном объеме присутствуют топливо и окислитель, что соответствует реальной картине процесса в камере сгорания. Средние значения для полидисперсного факела на выходе из камеры сгорания – 555 мг/Нм³, а для монодисперсного факела эти значения составляют – 523 мг/Нм³.

Характер горения моно- и полидисперсной пыли имеет отличия, т.е. влияние тонины помола имеет значительное влияние на процессы тепломассопереноса в камере сгорания котлов ТЭЦ. Модель горения полидисперсной пыли более точно отражает реальный процесс горения, что подтверждает сравнение с натурным экспериментом. Однако применение этой модели требует больших компьютерных, временных ресурсов.

Результаты, полученные в данной работе, позволят дать рекомендации по оптимизации процесса горения высокотемпературного пылеугольного топлива с целью уменьшения выбросов вредных веществ и создания электростанций на "чистом" и эффективном использовании угля.

Настоящая работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки МОН РК (грант №3481/ГФ4).

Литература

1. Chung K. Law. Combustion Physics 2006. Cambridge University Press, 710.
2. Charles E, Baukal Jr. Industrial Combustion Pollution and Control 2014. Marcel Dekker, Inc. NY, 889.
3. Leithner, R. Numerical Simulation. Computational Fluid Dynamics CFD: Course of Lecture. – Braunschweig, 2006. - 52 p.
4. A. S. Askarova, V. E. Messerle, A.B. Ustimenko, S.A. Bolegenova, S.A. Bolegenova, V. Yu. Maximov and A.B. Yergalieva. // Thermophysics and Aeromechanics. -2016 - Vol. 23, No. 1, pp. 125-134.
5. A. S. Askarova, S. A. Bolegenova, V. Yu. Maximov, A. Bekmukhamet, M.T. Beketayeva and Z. Kh. Gabitova. // High temperature. – 2015. - Vol. 53, issue 5. – P. 792-798.
6. Müller, H.: Numerische Berechnung dreidimensionaler turbulenter Strömungen in Dampferzeugern mit Wärmeübergang und chemischen Reaktionen am Beispiel des SNCR-Verfahrens und der Kohleverbrennung: Fortschritt-Berichte VDI-Verlag, 1992. Reihe 6, №268, 158 p. (in German).
7. A.S. Askarova, V.E. Messerle, A. B. Ustimenko, S.A. Bolegenova, V. Yu. Maksimov. // Thermophysics and aeromechanics. – 2014. – Vol 21, Issue 6. – P. 747-754.
8. A. S. Askarova, S. A. Bolegenova, V. Yu. Maximov, A. Bekmukhamet, M.T. Beketayeva and Z. Kh. Gabitova // High temperature. – 2015. - Vol. 53, issue 5. – P. 792-798.