

ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ УЧЕНЫХ (ЕСУ)

Ежемесячный научный журнал

№ 4 (13) / 2015

ЧАСТЬ 12

Редакционная коллегия:

д.п.н., профессор Аркулин Т.В. (Москва, РФ)

Члены редакционной коллегии:

Артафонов Вячеслав Борисович, кандидат юридических наук, доцент кафедры экологического и природоресурсного права (Москва, РФ);

Игнатьева Ирина Евгеньевна, кандидат экономических, преподаватель кафедры менеджмента (Москва, РФ);

Кажемаев Александр Викторович, кандидат психологических, доцент кафедры финансового права (Саратов, РФ);

Кортун Аркадий Владимирович, доктор педагогических, профессор кафедры теории государства и права (Нижний Новгород, РФ);

Ровенская Елена Рафаиловна, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой судебных экспертиз, директор Института судебных экспертиз (Москва, Россия);

Селиктарова Ксения Николаевна (Москва, Россия);

Сорновская Наталья Александровна, доктор социологических наук, профессор кафедры социологии и политологии;

Свистун Алексей Александрович, кандидат филологических наук, доцент, советник при ректорате (Москва, Россия);

Тюменев Дмитрий Александрович, кандидат юридических наук (Киев, Украина)

Варкумова Елена Евгеньевна, кандидат филологических, доцент кафедры филологии (Астана, Казахстан);

Каверин Владимир Владимирович, научный сотрудник архитектурного факультета, доцент (Минск, Белоруссия)

Чукмаев Александр Иванович, доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права (Астана, Казахстан)

Ответственный редактор

д.п.н., профессор Каркушин Дмитрий Петрович (Москва, Россия)

Международные индексы:



выходе которого пропорционально временной форме падающего поля. Временные формы возбуждающего импульса и импульса, излученного в направлении максимума ДН, показаны на рисунке 4.

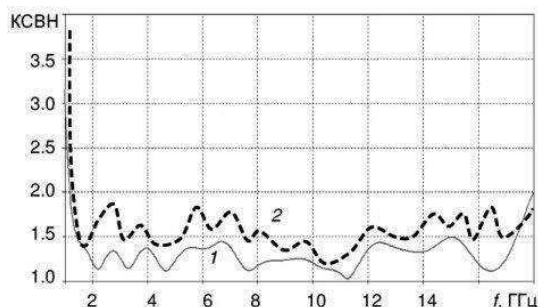


Рисунок 3. Частотная зависимость КСВН: 1– результаты моделирования, 2– результаты измерений

Измеренные во временной области ДН антенны в двух плоскостях приведены на рисунке 5. Здесь под ДН понимается угловая зависимость максимума модуля напряженности электрического поля.

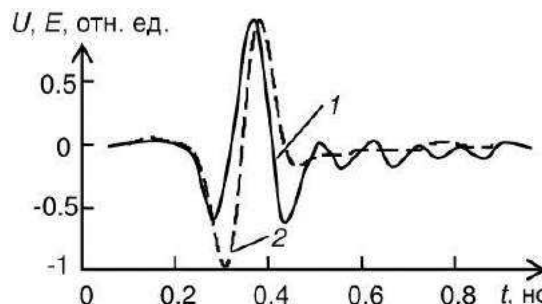


Рисунок 4. Форма излученного импульса (1) и импульса на входе антенны (2)

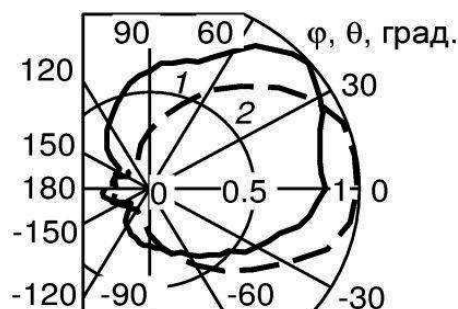


Рисунок 5. Диаграмма направленности при импульсном воздействии в E-плоскости (1) и H-плоскости (2)

На основе комбинации излучателей электрического и магнитного типов создан антенный элемент с полосой пропускания 1.2-18 ГГц. Максимальный размер элемента на нижней частоте не превышает 1/6 длины волны. Антенный элемент может быть использован для излучения импульсов субнаносекундной длительности в составе сверхширокополосной синтезированной апертуры [3] для радиолокации скрытых объектов [4].

Список литературы

1. Андреев Ю.А., Буянов Ю.И., Кошелев В.И. Комбинированная антенна с расширенной полосой пропускания // Радиотехника и электроника. – 2005. – Т.5. – 5. – С.585-594.
2. Kwon D.-H., Balzovsky E. V., Buyanov Yu. I., Koshelev V. I., Kim Y. Small printed combined electric-magnetic type ultrawideband antenna with directive radiation characteristics // IEEE Transactions on Antennas and Propagation. – 2008. – Vol. 56. – No. 1. –P. 237-241.
3. Сатаров Р.Н., Кузьменко И.Ю., Муксунов Т.Р. и др. Коммутируемая сверхширокополосная антенная решетка для радиотомографии // Известия вузов. Физика. – 2012. – Т. 55. – №8. – С. 26-30.
4. Якубов В.П., Шипилов С.Э., Суханов Д.Я., Клоков А.В. Радиоволновая томография: достижения и перспективы. – Томск: Изд-во НТЛ, 2014. – 280 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА ПРИ НАЛИЧИИ ГОРЕНИЯ В ОБЛАСТЯХ РЕАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

*Аскарова Алия Сандыбаевна, Болегенова Салтанат Алихановна
доктора ф.-м. наук, Казахского Национального университета им. аль-Фараби, г. Алматы
Болегенова Сымбат Алихановна, Максимов Валерий Юрьевич*

PhD, старшие научные сотрудники НИИ экспериментальной и теоретической физики, г. Алматы

Вычислительный эксперимент был проведен на реальном энергетическом объекте. В качестве исследуемого объекта в работе выбрана камера сгорания котла ПК-39 к блоку 300 Мвт, паропроизводительностью 475т/ч. Котел установлен на Ермаковской электростанции (Казахстан). На рисунке 1 представлена общая схема камеры сгорания этого котла и разбивка ее на элементарные объемы для проведения вычислительных экспериментов. Камера сгорания оборудована 12 вихревыми трехканальными горел-

ками. Горелки расположены встречно в два яруса по 6 горелок в каждом. Для интенсификации воспламенения и создания благоприятных условий устойчивого горения горелки имеют два размера, что позволяет обеспечить разные коэффициенты избытка воздуха в них: нижний ярус $\alpha_g=1,4$, верхний ярус $\alpha_g=0,9$. Топливо по ярусам распределено поровну.

Источником кислорода для камеры сгорания является атмосферный воздух. Для осуществления реакции горючих компонентов топлива с кислородом необходима

достаточно высокая температура для воспламенения, тщательное перемешивание топлива или турбулентность, обеспечивающая такое перемешивание, а также время, достаточное для полного сгорания. Анализ скоростных и температурных полей показал, что в центре топочной камеры создаются благоприятные условия для интенсив-

ного протекания реакций горения. Изменение концентрации окислителя по высоте топочной камеры представлено на рисунке 2 в виде кривых изменения концентрации кислорода. Максимальные изменения концентрации кислорода имеют место в области горелок, через которые подается топливо и окислитель.

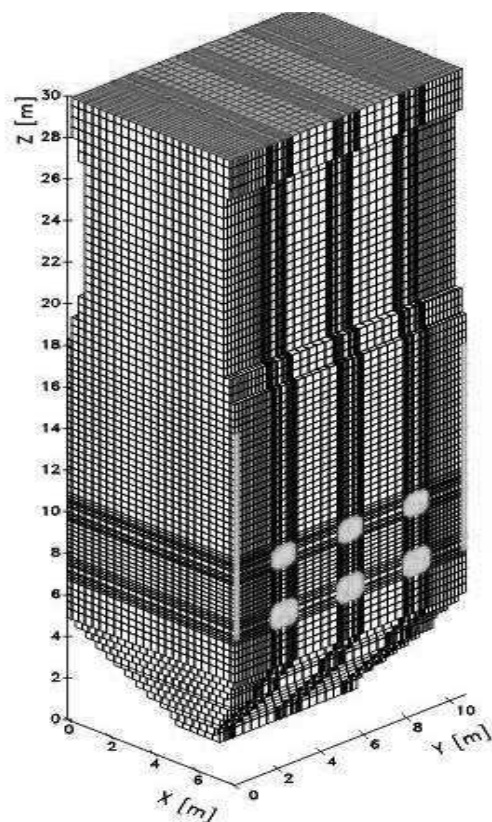
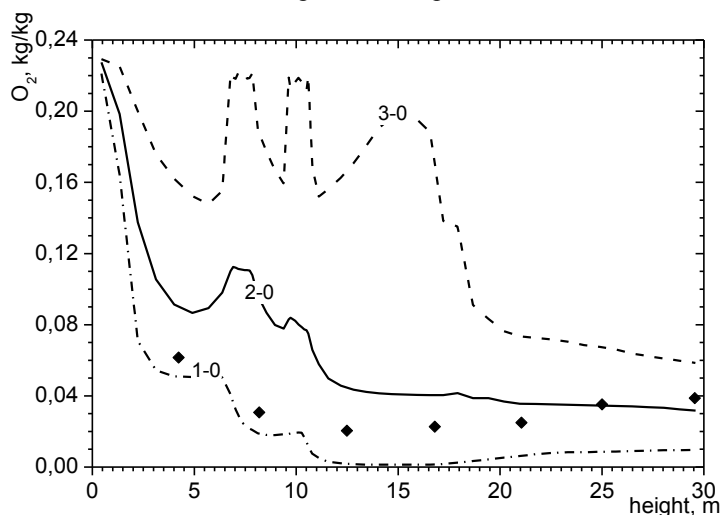


Рисунок 1. Общий вид топочной камеры котла ПК-39 и разбивка ее на контрольные объемы

В этой области химические реакции идут наиболее интенсивно и однородно. По мере приближения к выходу отклонения максимальных и минимальных значений от среднего сокращается.



1-0 – минимальные; 2-0 – средние; 3-0 – максимальные в сечении значения.

Линии 1-0, 2-0, 3-0 – расчет; ♦ - эксперимент

Рисунок 2. Распределение концентрации O_2 по высоте топочной камеры

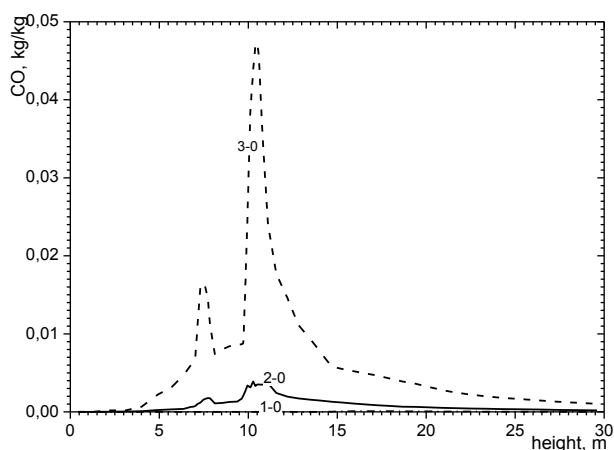
Картина образования оксидов углерода (CO , CO_2) представлена на рисунках 2 - 4. Процесс этот неоднозначен. В процессе горения углерода вторичные реакции догорания CO в газовом объеме и восстановления CO_2 на поверхности углерода, переплетающиеся с первичными реакциями, позволяют судить о нелинейности истинного

химического механизма горения углерода. Кроме того, гетерогенный процесс горения углерода, связанный с наложением диффузионных явлений на химические процессы, вместе с внутренним реагированием еще более искажает основной химический процесс. Механизм реагирования

углерода с кислородом представляется следующим образом. Из газового объема кислород адсорбируется на поверхности углерода, где атомы кислорода вступают в химическое соединение с углеродом, образуя сложные углеродно-кислородные комплексы C_xO_y . Последние распадаются с образованием CO_2 и CO . Скорость распада сильно увеличивается с увеличением температуры. Углерод при определенных температурных условиях реагирует с кислородом и углекислотой. В результате реагирования углерода с кислородом одновременно образуется оба окисла углерода - CO_2 и CO , а в результате реагирования с углекислотой – окись углерода. Совместное нахождение окиси углерода и кислорода, способных реагировать друг с другом, дает третью реакцию – горение окиси углерода. В местах расположения горелок происходит как подача пылеугольной пыли с определенной концентрацией углерода, так и воздуха с определенным значением концентрации углерода. В этой области происходят основные реакции реагирования углерода, о чем свидетельствуют максимумы на кривых распределения CO (рисунок 3).

Таким образом, можно выделить три основных процесса, преобладающих при реагировании углерода топлива:

- реагирование углерода с кислородом, связанное с одновременным образованием CO_2 и CO : $C + O_2 =$

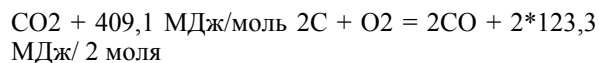


1-0 – минимальные; 2-0 – средние;

3-0 – максимальные в сечении значения

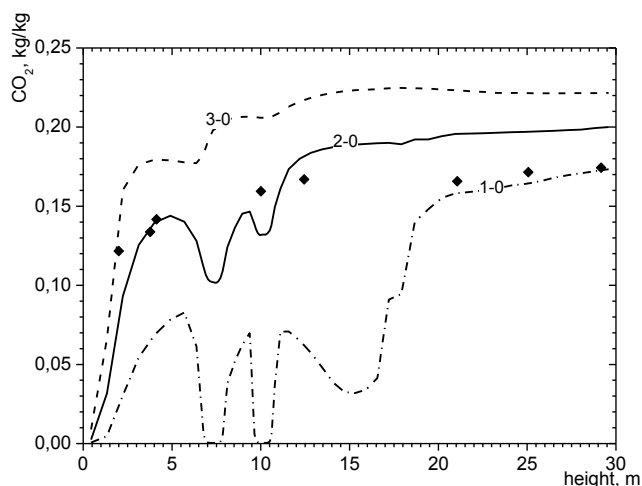
Рисунок 3. Распределение концентрации CO по высоте топочной камеры

Кроме углерода, в топливе содержится определенное количество водорода, что тоже вносит свой вклад в процесс горения $2H_2 + O_2 = 2H_2O$. В процессе реакции горения вода, содержащаяся в топливе, испаряется. Поскольку экибастузский уголь имеет высокую влажность при высоких температурах процесс испарения идет интенсивно, с чем связано наличие минимумов на кривых распределения концентрации H_2O (рисунок 5). Образование воды в газообразном состоянии наиболее интенсивно происходит на некотором расстоянии от зоны горелок и имеет равномерный характер по мере приближения к выходу из топочного пространства. Распределение концентрации водорода (рисунок 6) говорит об отличии в формировании этого вещества в процессе горения. Видно, что основное выделение водорода происходит выше основной области горения, где расположены горелочные устройства.



- взаимодействие углекислоты с углеродом $C + CO_2 = 2CO - 162,5 \text{ МДж/моль}$
- соединение кислорода с окисью углерода $2CO + O_2 = 2CO_2 + 2 \cdot 285,8 \text{ МДж/2 моля}$.

Как видно из рисунков 3 и 4 картина распределения CO не соответствует полю CO_2 , что говорит об отличиях в процессе образования CO_2 и CO . Видно, что основное образование диоксида углерода CO_2 происходит по мере удаления от центра топки, т.е. области столкновения струй топлива и окислителя из противогорелок. Таким образом, можно сделать вывод о том что, процесс образования оксидов углерода зависит не только от явлений переноса, но и от кинетики процесса. Тот факт, что углерод может реагировать с кислородом разными способами, чрезвычайно важен при проектировании топочных камер. Любые технологии сжигания должны обеспечивать полное смешивание топлива с кислородом до полного сгорания с образованием CO_2 , а не CO . В противном случае тепловыделение резко снизится, поскольку при образовании CO выделяется лишь 28% той энергии, которая выделяется при образовании CO_2 .



1-0 – минимальные; 2-0 – средние;

3-0 – максимальные в сечении значения.

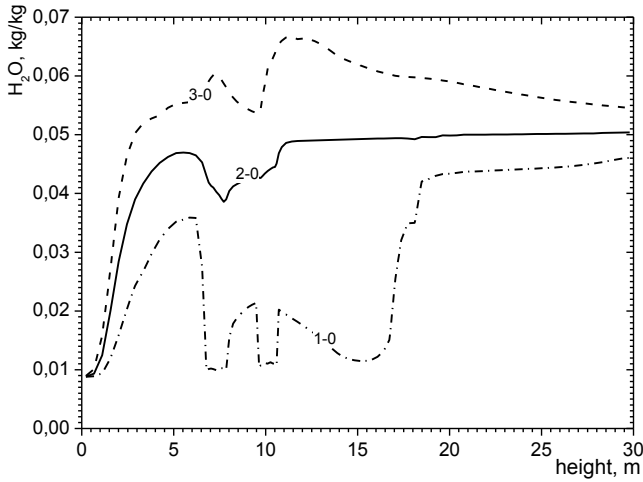
Линии 1-0, 2-0, 3-0 – расчет; ♦ - эксперимент

Рисунок 4. Распределение концентрации CO_2 по высоте топочной камеры

При организации процесса горения, необходимо особое внимание уделять процессу формирования оксидов азота, поскольку в настоящее время данные соединения признаны одними из наиболее опасных веществ, выбрасываемых в атмосферу. В общем случае азот образует с кислородом шесть оксидов: N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_4 и N_2O_5 . Наибольшее количество оксидов азота, образующихся при горении пылеугольной пыли и их последующей трансформации в атмосфере, представлено оксидом (NO) и диоксидом азота (NO_2). Исследования [1, с.99; 2, с.218] показали, в основном можно указать два основных источника образования оксидов азота: окисление азота воздуха и переход азота угля в оксиды. При горении пылеугольной пыли, при умеренных температурах ядра факела (~1500°C) основным источником оксидов азота является азот топлива. При более высоких температурах значительную роль играют воздушные оксиды азота.

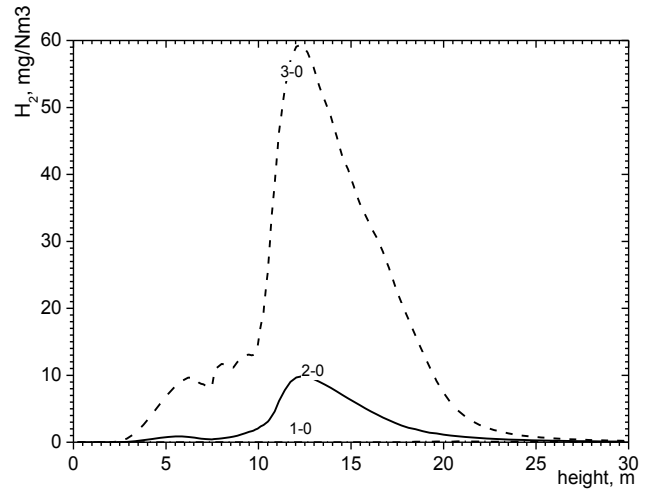
Картина распределения максимальных, минимальных и средних значений NOx по всему топочному пространству представлена на рисунке 7. Видно, что зоной основного газообразования NOx является область

расположения горелок, т.е. там, где в максимальном количестве присутствуют топливо и окислитель и уровень температур достаточно высок.



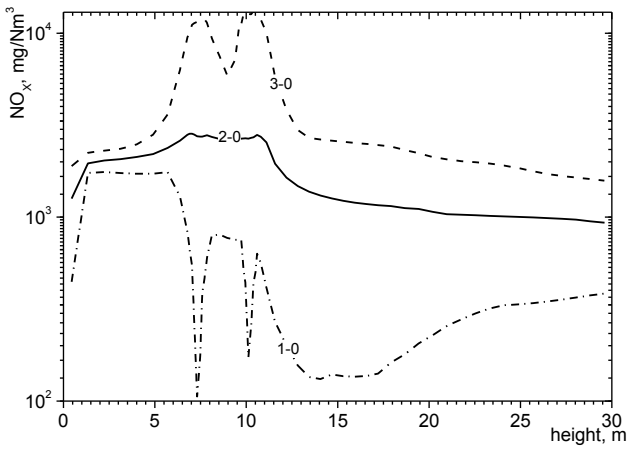
1-0 – минимальные; 2-0 – средние;
3-0 – максимальные в сечении значения

Рисунок 5. Распределение концентрации H₂O по высоте топочной камеры



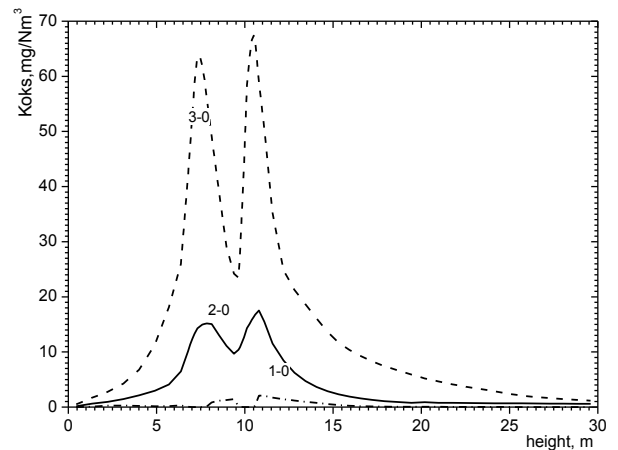
1-0 – минимальные; 2-0 – средние;
3-0 – максимальные в сечении значения

Рисунок 6. Распределение концентрации H₂ по высоте топочной камеры



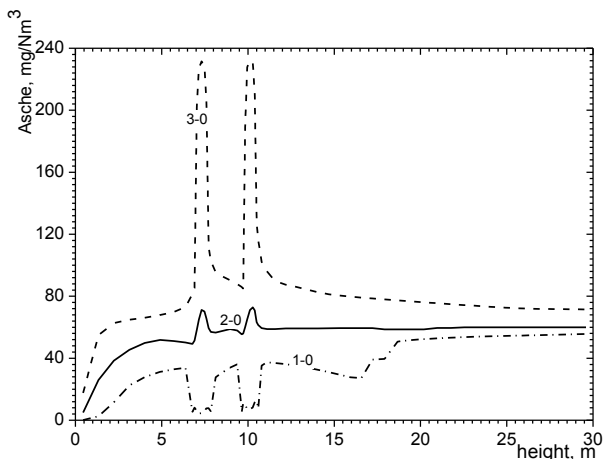
1-0 – минимальные; 2-0 – средние;
3-0 – максимальные в сечении значения

Рисунок 7. Распределение концентрации NOx по высоте топочной камеры



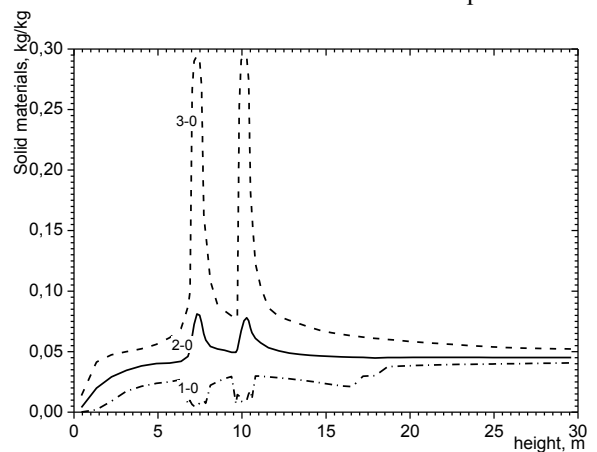
1-0 – минимальные; 2-0 – средние; 3-0 – максимальные в сечении значения

Рисунок 8. Распределение концентрации кокса по высоте топочной камеры



1-0 – минимальные; 2-0 – средние; 3-0 – максимальные в сечении значения

Рисунок 9. Распределение концентрации золы по высоте топочной камеры



1-0 – минимальные; 2-0 – средние;
3-0 – максимальные в сечении значения

Рисунок 10. Распределение концентрации твердых частиц по высоте топочной камеры

Кроме газовых компонентов в процессе горения образуются и твердые вещества. Распределение твердых субстанций представлено в виде полей концентрации кокса (рисунок 8), золы (рисунок 9) и суммарной концентрации твердых частиц (рисунок 10). Максимумы всех концентраций и наиболее резкие изменения все кривые претерпевают в местах расположения горелок, т.е. в области поступления в камеру сгорания топлива и окислителя. Отметим, что такой характер распределений наблюдается практически для всех типов топочных камер.

Формирование и разложение различных продуктов реакции горения происходит с выделением и поглощением энергии за счет химических реакций. Энергия, полученная в результате реакции горения, определяется только составом исходных веществ и конечных продуктов реакции, независимо от того, какие промежуточные продукты возникают в процессе горения.

К ЭЛЕМЕНТНОМУ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОМУ АНАЛИЗУ ГЕТЕРОГЕННЫХ ПОРОШКОВЫХ ОБРАЗЦОВ СЛОЖНОГО ФАЗОВОГО СОСТАВА

Дуймакаев Шамиль Исхакович

Потькало Максим Валерьевич

аспирант КФН и С; физический факультета ЮФУ

Шполянский Александр Яковлевич

кандидат химических наук, доцент кафедры "Физика", Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону,

При рентгеноспектральном флуоресцентном анализе на основе уравнений связи корректная постановка задачи предполагает измерение интенсивности флуоресценции по крайней мере (n-1) элементов n-элементного образца. Однако, если ряд элементов входит в состав градуировочных (ГО) и анализируемых образцов в виде одних и тех же компонентов (минералов, фаз, химических соединений), то можно для каждого такого компонента измерять флуоресценцию только одного из элементов, входящих в состав компонента. В работе [1] такие элементы названы "ведущими". Соответствующие образцы будем называть образцами простого фазового состава.

В аналитической практике часто встречается и случай РСФА гетерогенных образцов сложного фазового состава, т. е. когда один и тот же «ведущий» элемент (флуоресценция которого измеряется) присутствует в образцах в виде разных компонентов [8, 9].

В настоящей работе подход [4] обобщен на случай элементного РСФА образцов сложного фазового состава. Пусть определяемый элемент А в состав проб входит в виде 2-х соединений (фазы α' и α''). Величины $C_{\alpha'}^V$ и $C_{\alpha''}^V$ – объемные содержания соответственно частиц α' и α'' в твердой фазе системы ($\alpha' + \alpha''$). Пусть для компонента (фазы) α'' значение коэффициента а из [4] отличается от такового для компонента α' (в обозначениях [4]):

$$D_2' = aD_1' \quad (1)$$

$$D_2'' = a^* D_1'' \quad (2)$$

$$a^* = a + \delta \quad (3)$$

Список литературы

1. Аскарлова А.С., Болегенова С.А., Максимов В.Ю., Габитова З.Х. Моделирование процессов образования продуктов горения в пылеугольном факеле: Материалы VI Международной научно-практической конференции "Решение развития предприятий: роль научных исследований", ISSN 2308-703X. - Краснодар, 2014. - С.97-102.
2. Askarova A.S., Bolegenova S., Bekmukhamet A., Maximov V. – 3D modeling of heat and mass transfer in industrial boilers of Kazakhstan power plant: 2nd International Conference on Mechanical, Production and automobile Engineering (ICMPAE-'2012) / Singapore. – 2012. – 217-220 p.

Здесь: D1 – исходный размер частиц порошкового образца; D2 – размер после дозированного доизмельчения; а – постоянный коэффициент [5].

Тогда соотношение (8) работы [4] в обозначениях [3, 4, 7] может быть представлено в виде:

$$[MD_2]_{эфф} = \frac{2a \frac{\Delta I}{I} - (\mu_{1+A}^{\alpha'} - \eta \bar{\mu}_{1+A}) \cdot C_{\alpha'}^V \cdot \frac{\delta}{a + \delta} D_2''}{a \frac{\Delta I}{I} + a - 1} \quad (4)$$

где $\mu_{1+A}^{\alpha''}$ – линейный коэффициент суммарного (первичное плюс флуоресцентное излучение) ослабления излучения частицами фазы α'' ; $\bar{\mu}_{1+A}$ – то же, для твердой фазы образца; η – объёмный коэффициент упаковки образца.

Именно фактором MD определяется относительное изменение $\Delta I/I$ интенсивности флуоресценции, обусловленное изменением дисперсности порошкового образца.

Из формулы (4) видно, что в случае $\delta \neq 0$ (т.е. при $a^* \neq a$) взаимно-однозначного соответствия между величинами $[MD_2]_{эфф}$ и $\Delta I/I$ нет. Оно строго имеет место только при условии, что физико-механические свойства фазы α'' такие же, как и свойства фазы α' . Именно при выполнении этого условия справедливо равенство $a^* = a$. По-видимому, при небольшом относительном отклонении величины a^* от а нарушение рассматриваемого взаимно-однозначного соответствия будет небольшим. И соответственно учет фактора гетерогенности в условиях сложного (в данном случае – 2-компонентного) фазового состава будет значительным.