

6. А. Б. Рыжик и др.— В сб.: Проблемы горения и тушения пожаров. М., ВНИИПО МВД СССР, 1975, 133.
7. D. R. Linton, E. R. Wooding. Brit. J. Appl. Phys., 1959, 10, 159.
8. Э. Н. Руманов, Б. И. Хайкин.— В сб.: Горение и взрыв. М., «Наука», 1972.
9. О. М. Тодес, А. Д. Гольцикер и др.— В сб.: Горение и взрыв. М., «Наука», 1972.
10. Б. М. Злобинский, В. Г. Иоффе, В. Б. Злобинский. Воспламеняемость и токсичность металлов и сплавов. М., «Металлургия», 1972.
11. В. И. Лисицын, А. А. Пироженко, В. Н. Виллюнов.— В сб.: Горение и взрыв. М., «Наука», 1972.
12. Э. Н. Руманов, Б. И. Хайкин. Докл. АН СССР, 1971, 201, 1, 144.
13. В. И. Глухов, В. И. Гнатовский.— В сб.: Физика аэродисперсных систем. Вып. 5. Киев. Гос. ун-т, 1971.
14. Б. Льюис, Г. Эльбе. Горение, пламя и взрывы в газах. М., «Мир», 1968.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА РАДИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ГРАФИТА

А. Г. Захаров, Б. С. Фиалков

(Караганда)

Имеющиеся схемы распределения продуктов горения вблизи горящего графитового образца [1] предполагают плавное уменьшение с расстоянием концентрации СО и СО₂ и такое же увеличение О₂. Однако детали этого распределения, представляющего особый интерес в связи с изучением кинетики процесса горения и влияния на него внешних воздействий, нуждаются в уточнении.

В настоящей работе изучалось распределение состава продуктов горения спектрально-чистого графитового электрода марки С-3. Цилиндрический образец диаметром 6 мм помещался в печь (рис. 1), нагретую до 1200 К. Анализ продуктов горения производился на хроматографе «Хром-4». Проведено три серии экспериментов, в которых образец находился под собственным потенциалом [2] или под внешним, равным ±300 В. Идентичность состояния образца при отборе проб контролировалась по его температуре и величине электрического потенциала, так как последний стабилизируется значительно позже температуры и более тонко реагирует на изменение внешних условий [2, 3]. Пробы отбирались через кварцевый капилляр с внутренним диаметром 0,2 мм. Перед отбором капилляр промывался газом-носителем, что предотвращало искажение результатов анализа остатками предыдущей пробы. Микрометрический винт перемещал капилляр относительно образца с точностью до 0,1 мм. Скорость движения газа в капилляре при отборе пробы на анализ составляла около 2 м/с, что соизмеримо со скоростью движения газа в реакционной зоне. Последнее позволяет исключить опасения в искажении профиля концентраций при анализе. Кроме того, для проверки действенности метода в ходе предварительных исследований на газовых пламенах показана практическая идентичность распределений концентраций по сечению пламени, получаемых спектрометрическим и хроматографическим методами.

В ходе экспериментов установлено, что распределение СО₂ и О₂ вблизи находящегося под собственным потенциалом образца (рис. 2) отличается от опубликованных данных [1], а для СО таких отличий не наблюдается. Распределение концентрации СО₂ имеет два максимума

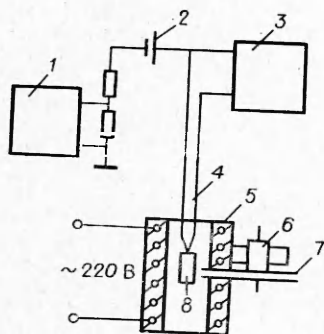
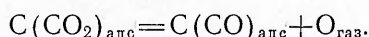
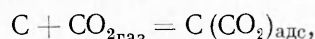


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.
1, 3 — милливольтметры типа Н-39; 2 — батарея; 4 — хромель-алюмелевая термопара; 5 — печь; 6 — микрометрический винт; 7 — капилляр для отбора пробы газа.

в пространстве: первый на расстоянии 0,5—1 мм, второй на расстоянии 2 мм от образца. Минимум концентрации кислорода оказался сдвинутым от поверхности в газовую фазу на 0,5 мм. Ранее считалось, что он должен находиться на поверхности.

Наложение на образец внешнего положительного потенциала, не влияет на распределение CO , но незначительно понижает концентрацию O_2 в пространстве. Более существенно в этом случае воздействие электрического поля на распределение CO_2 . Наблюдается общее увеличение концентрации уголекислоты и отдаление второго максимума от поверхности. Смена полярности понижает концентрацию CO_2 в пространстве, уничтожая один из пиков. При этом несколько увеличивается концентрация кислорода в продуктах горения. В обоих случаях концентрация CO снижается, причем более значительно при наложении на образец отрицательного потенциала. Соответственно изменяется и выход продуктов горения. Экстремальный вид кривой распределения концентрации O_2 со смещением ее минимума на некоторое расстояние от поверхности образца требует помимо обычно привлекаемых для объяснения этой кривой закономерностей массопереноса и реагирования в гетерогенной системе [1] введения предположения о наличии на поверхности источника кислорода. Относительно высокие (1023—1273 К) температуры процесса, по-видимому, исключают возможность повышения на поверхности образца концентрации O_2 из-за его десорбции, которая должна в основном завершиться еще до воспламенения при более низких температурах. Более корректно предположение об ответственности за это повышение реакции газификации углерода при ее прохождении на одном центре [4] с образованием атомарного кислорода по схеме



Рекомбинпруя, последний повышает у поверхности концентрацию O_2 . Окисление CO обуславливает уменьшение кислорода в направлении от поверхности и, следовательно, возникновение минимума на кривой распределения CO_2 . Очевидно, возникновение последних, их величины и расстояние от поверхности образца определяются соотношением количества кислорода, поставляемого в приповерхностную область за счет гетерогенных реакций, и массопереносом из окружающей горящий образец среды. При этом существенны такие факторы, как свойства поверхности топлива, характер обтекания ее газовым потоком, скорость диффузии кислорода и т. п. Так, увеличение реакционной способности топлива и затруднение переноса кислорода из окружающей среды должны способствовать росту соответствующих экстремальных значений.

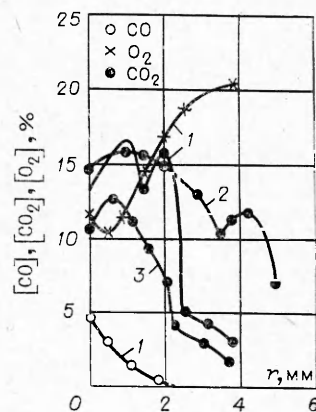


Рис. 2. Распределение концентраций CO , O_2 и CO_2 вблизи горящего цилиндрического образца графита.
1 — $\varphi=0$; 2 — $\varphi=+300$, 3 — $\varphi=-300$ В.

ремумов и их отдалению от поверхности образца. Развитие дефектов структуры образца, рост пористости, увеличивающий долю «внутреннего» реагирования [5, 6], приведут к противоположным результатам, как и турбулизация газового потока.

Характер изменения концентрации CO_2 в районах отдаленного от поверхности образца максимума и особенно его реакция на внешнее электрическое поле, подобная отмеченной в [7], позволяют предположить развитие фронтовых явлений при горении СО. Влияние на фронтовые явления электрических полей, хемиионизация во фронте горения и локализации областей концентрации заряженных частиц различного знака [8] могут усиливаться в ходе разрушения и перезарядки десорбированных с поверхности образца углерод-кислородных комплексов. В то же время возможно влияние на вид кривой распределения CO_2 и ее изменение под воздействием внешнего электрического поля горения отслоившихся от поверхности образца «блоков» графита, приобретающих из-за термоэмиссии электронов положительный заряд. Как и при возникновении заряженных частиц во фронте горения и их локализации, в последнем случае наложение внешнего электрического поля в зависимости от его знака может способствовать перемещению и изменению концентрации подобных частиц, а следовательно, и положения максимума CO_2 .

Природа обнаруженных в ходе настоящего исследования особенностей распределения кислорода и двуокиси углерода, влияния на них внешних электрических полей подлежит дальнейшему уточнению. В то же время очевидна необходимость включать в рассмотрение механизма горения графита (помимо чисто гетерогенных явлений) следующих процессов: взаимодействие с фронтом газофазной реакции; влияние рождающихся в нем, а также «сублимирующихся» с поверхности образца заряженных частиц, влияние собственного поля зоны горения и наложенного на него внешнего поля.

*Поступила в редакцию
18/XI 1977*

ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. Предводителев, А. Н. Хитрин и др. Горение углерода. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949.
2. В. С. Фиалков, А. Г. Захаров, В. Т. Плицын. Особенности изменения электрического потенциала различных твердых топлив в процессе нагрева и горения в воздухе. Деп. в ВИНТИ от 3.03.77 г., № 818-77.
3. В. С. Фиалков, А. Г. Захаров, В. Т. Плицын. Специфическая электризация твердого топлива в процессе воспламенения и горения. Деп. в ВИНТИ от 25.03.77 г., № 301-77.
4. Н. В. Лавров. Физико-химические основы процесса горения топлива. М., «Наука», 1971.
5. И. А. Яворский. Вопросы теории горения ископаемых углей и интенсификация их воспламенения. Новосибирск. Изд-во СО АН СССР, 1961.
6. М. С. Оренбах. Реакционная поверхность при гетерогенном горении. Новосибирск, «Наука», 1973.
7. Г. Д. Саламандра. Фотографические методы исследования быстротекущих процессов. М., «Наука», 1974.
8. В. С. Фиалков.— В сб.: Процессы горения в химической технологии и металлургии. ИХФ АН СССР, Черноголовка, 1973.