

КОНВЕРСИЯ ОКСИДА УГЛЕРОДА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ВОДЯНЫМИ ПАРАМИ ТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИИ

Проф. др. Зарлык МАЙМЕКОВ

Кыргызско-Турецкий Университет «Манас»

Др. Раимбек СУЛТАНОВ

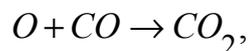
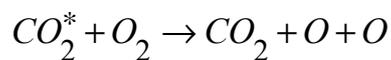
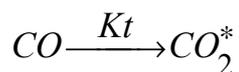
Кыргызско-Турецкий Университет «Манас»

Дамира САМБАЕВА

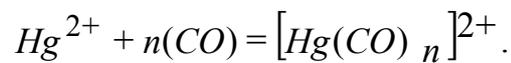
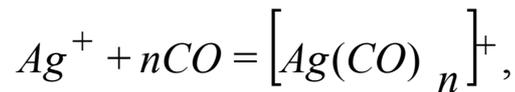
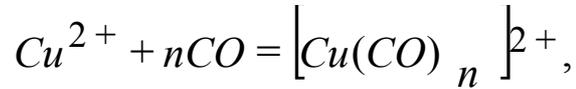
Институт химии и химической технологии НАН КР

Приведен химизм конверсии оксида углерода дымовых газов водяными парами топливных эмульсий. Показано, что образование оксида углерода(II) протекает за счет разложения HCOOH, а конверсия CO в CO₂ на основе активных частиц OH и HO₂.

Основным источником выделения оксида углерода в окружающую среду можно отнести: автотранспорт, промышленные процессы, мусоросжигательные станции, отопительные устройства, лесные пожары, обуглераживание углей, разложения гуминовых кислот, окисление кокса и природного газа, конверсия бензина на основе H₂O(п) и взаимодействие углерода с CO₂. Соответственно в процессах снижения техногенной нагрузки CO в газовой фазе используются различные способы: каталитическое досжигание по механизму



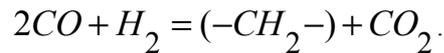
абсорбция на основе водных растворов солей меди, ртути и серебра по реакции



а также конверсия оксида углерода водяным паром при низких температурах (150-450°C) по Кельбелью-Этельюрду:



синтез органических оксисоединений по Фишеру-Тропшу:



Конверсия CO водяным паром при высоких температурах, и особенно изучение влияния воды водотопливных эмульсий(ВТЭ) на процессы образования углерод, водород и кислородсодержащих частиц, а также выявление уменьшения содержания оксида углерода в газовой фазе остается открытым.

В исследованиях в качестве топлива были использованы мазут, водомазутная эмульсия, а также уголь на основе водомазутной подсвечки. Здесь следует отметить, что образовавшийся водяной пар вступает в химическую реакцию, в частности с углем, выделяя H₂ и CO, поэтому сначала было рассмотрено окисление твердого топлива с элементным составом в (%): С (63-79); N (0,8-1,2); S (1,7-4); H-O (16,1-33,5).

Результаты моделирования системы топливо(т)-воздух при различных количествах окислителя (α =1,1-1,5) и температуры (t=800-1000 °C) представлены в виде расчетных формул для определения концентрации частиц (C, моль/кг):

$$C_O = e^{0,022277t+1,073037\alpha-37,5845}$$

$$C_{O_2} = e^{2,052351\alpha - 2,02173}$$

$$C_{H_2} = e^{0,02187t - 1,73091\alpha - 34,7003}$$

$$C_{OH} = e^{0,014303t + 0,159281\alpha - 23,5787}$$

$$C_{HO_2} = e^{0,011451t + 1,166711\alpha - 27,9622}$$

$$C_{H_2O} = e^{-0,71921\alpha + 1,124161}$$

$$C_{H_2O_2} = e^{0,0094t + 0,252795\alpha - 27,824}$$

$$C_{CO_2} = e^{0,12488\alpha + 2,277302}$$

$$C_{CO} = e^{0,024796t - 1,73141\alpha - 35,9519}$$

где, OH и HO₂ - гидроксильный и пероксидальный радикалы.

При физико-химическом моделировании системы топливо(ж)-воздух и топливо(ж)-вода-воздух учитывались данные (технические, элементные, химические, физико-химические, дисперсные) анализов мазута, воды, ВТЭ и продуктов их сгорания. Вода для получения эмульсии содержала соли (моль/л): Ca(HCO₃)₂ - 1,83E-3; CaSO₄ - 9,3E-4 (ΣCa - 2,76E-3); MgSO₄ - 3,0E-4;

NaNO₃ - 1,29E-4; NaCl - 1,0E-3; Na₂SO₄ - 8,0E-3 (ΣNa - 2,73E-3), а элементный состав мазута (%): C - 82,3; H - 11,2; S - 2,0; N - 0,5.

Таблица 1

Составы и концентрации компонентов газовой фазы (моль/кг), образующихся при сжигании водомазутной эмульсии (H₂O=15%) в зависимости от температуры

ΘΑΛΕΪΟΪ ΕΞΕΙ ΑΑΒ ΑΕΘΙ ΑΕΪ

Комп онент ы газов ой фазы	Температура, °C				
	1000	1200	1400	1600	1800
1	2	3	4	5	6

$\alpha=1,02$

O	2,42E-07	6,23E-06	7,41E-05	5,34E-04	2,95E-03
O ₂	1,5E-01	1,5E-01	1,5E-01	1,5E-01	2,0E-01
H	7,62E-09	6,72E-07	2,06E-05	3,03E-04	2,51E-03
H ₂	3,45E-06	8,54E-05	9,91E-04	6,65E-03	4,53E-02
OH	1,12E-04	9,05E-04	4,42E-03	1,56E-02	4,53E-02
HO ₂	8,38E-08	4,42E-07	1,56E-06	4,39E-06	1,19E-05
H ₂ O	4,45E+00	4,45E+00	4,45E+00	4,44E+00	4,40E+00
H ₂ O ₂	1,36E-08	5,41E-08	1,55E-07	3,36E-07	8,14E-07
CO	6,02E-06	2,22E-04	3,45E-03	2,86E-02	1,38E-01
CO ₂	4,65E+00	4,65E+00	4,65E+00	4,62E+00	4,51E+00
CO ₂ H	1,49E-12	7,27E-11	1,4E-09	1,41E-08	8,45E-08

$\alpha=1,05$

1	2	3	4	5	6
O	3,62E-07	9,35E-05	1,11E-04	7,83E-04	3,94E-03
O ₂	3,4E-01	3,4E-01	3,4E-01	3,3E-01	3,6E-01
H	6,14E-09	5,41E-07	1,66E-05	2,46E-04	2,14E-03
H ₂	2,24E-06	5,54E-05	6,42E-04	4,41E-03	2,01E-02
OH	1,36E-04	1,09E-03	5,34E-03	1,86E-02	5,17E-02

HO ₂	1,51E-07	8,02E-07	2,84E-06	7,69E-06	1,82E-05
H ₂ O	4,34E+00	4,34E+00	4,33E+00	4,32E+00	4,29E+00
H ₂ O ₂	1,99E-08	2,91E-08	2,27E-07	5,22E-07	1,06E-06
CO	3,92E-06	1,44E-04	2,23E-03	1,90E-02	1,01E-01
CO ₂	4,53E+00	4,53E+00	4,52E+00	4,51E+00	4,42E+00
CO ₂ H	1,17E-12	5,70E-11	1,1E-09	1,12E-08	7,07E-08

 $\alpha=1,1$

1	2	3	4	5	6
O	4,94E-07	1,28E-05	1,52E-04	1,07E-03	5,22E-03
O ₂	6,4E-01	6,4E-01	6,3E-01	6,2E-01	6,2E-01
H	5,15E09	4,53E-07	1,39E-05	2,07E-04	1,82E-03
H ₂	1,57E-06	3,89E-05	4,5E-04	3,11E-03	1,46E-02
OH	1,55E-04	1,25E-03	6,12E-03	2,12E-02	5,82E-02
HO ₂	2,36E-07	1,25E-06	4,44E-06	1,20E-05	2,70E-05
H ₂ O	4,15E+00	4,15E+00	4,15E+00	4,14E+00	4,11E+00
H ₂ O ₂	2,6E-08	1,03E-07	2,97E-07	6,81E-07	1,34E-06
CO	2,74E-06	1,01E-04	1,56E-03	1,34E-02	7,35E-02
CO ₂	4,33E+00	4,33E+00	4,33E+00	4,32E+00	4,26E+00
CO ₂ H	9,4E-13	4,57E-11	8,82E-10	9,03E-09	5,79E-08

 $\alpha=1,25$

1	2	3	4	5	6
O	7,28E-07	1,89E-05	2,25E-04	1,58E-03	7,63E-03
O ₂	1,39E+00	1,39E+00	1,38E+00	1,36E+00	1,34E+00
O ₃	1,15E-10	7,29E-10	2,98E-09	8,97E-09	2,2E-08

ΟΑΑΕΑΥΕ ΕΕΕΙ ΑΑΒ ΑΕΘΙ ΑΕΥ

H	3,99E-09	3,51E-07	1,08E-05	1,60E-04	1,42E-03
H ₂	9,48E-07	2,33E-05	2,70E-04	1,86E-03	8,82E-03
OH	1,78E-04	1,43E-03	7,01E-03	2,43E-02	6,62E-02
HO ₂	3,99E-07	2,12E-06	7,53E-06	2,03E-06	4,5E-05
H ₂ O	3,69E+00	3,69E+00	3,68E+00	3,67E+00	3,64E+00
H ₂ O ₂	3,4E-08	1,35E-07	3,1E-07	8,94E-07	1,71E-05
CO	1,65E-06	6,08E-05	9,39E-04	8,03E-03	4,48E-02
CO ₂	3,85E+00	3,85E+00	3,84E+00	3,84E+00	3,80E+00
CO ₂ H	6,47E-13	3,14E-11	6,06E-10	6,21E-09	4,02E-08

где, CO₂H – карбоксил радикал.

Концентрационное распределение частиц в газовой фазе имеет следующий спектр при:

$\alpha=1,02$; H₂O=15%: CO₂,H₂O>O₂>CO>OH>H₂>O>H>HO₂>H₂O₂>CO₂H;

1000-1500 °C, OH>CO; 1500-1800 °C, CO>OH; 1000-1800 °C, CO>HO₂.

$\alpha=1,05$; H₂O=15%: CO₂,H₂O>O₂>OH>CO>H₂>O>H>HO₂>H₂O₂>CO₂H;

1000-1600 °C, OH>CO; 1600-1800°C, CO>OH; 1000-1800 °C, CO>HO₂.

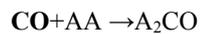
$\alpha=1,1$; H₂O=15%: CO₂,H₂O>O₂>OH>CO>H₂>O>H>HO₂>H₂O₂>CO₂H;

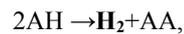
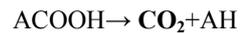
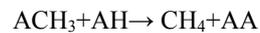
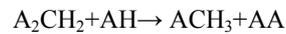
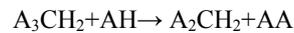
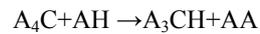
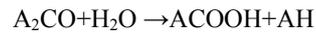
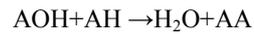
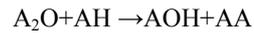
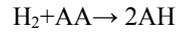
1000-1800 °C, OH>CO>HO₂.

$\alpha=1,25$; H₂O=15%: CO₂,H₂O>O₂>OH>CO>H₂>O>H>HO₂>H₂O₂>O₃>CO₂H;

1000-1800 °C, OH>CO> H₂O.

При конверсии CO водяными парами водотопливных эмульсий конечными продуктами являются CO₂ и H₂, соответственно механизм их образования на основе активных частиц газовой фазы можно отнести следующим генерациям реакционных цепей согласно данным [1]:





где А - активная частица (или активированный комплекс).

Таким образом анализ и интерпретация полученных данных показывает, что в процессах конверсии СО водяными парами водотопливных эмульсий при различных значениях температуры, количествах окислителя и воды участвуют активные частицы типа О, Н, ОН, НО₂, СО₂Н в газовой фазе. В связи с этим целесообразен учет рабочих концентраций оксида углерода, образующегося при сжигании мазута и водомазутных эмульсий в промышленных котлоагрегатах [2], и выявление на их основе химизма конверсии СО в СО₂:

