

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЕНЕРАТОРНЫХ ГАЗОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДАВЛЕНИЯ

канд. техн. наук. доц. Ю.В. Луценко, В.В. Олейников,
канд. физ.-мат. наук А.Я. Шаршанов
(представлено докт. физ.-мат. наук С.В. Яковлевичем)

Работа посвящена исследованию влияния различных факторов на пожаровзрывоопасность газовых смесей. Получены зависимости изменения концентрационных пределов распространения пламени от начального давления и состава газовой смеси.

Изучение процессов горения при давлении выше атмосферного связано с двумя основными проблемами. Первый из них, является определение концентрационных пределов распространения пламени (КПРП), изучение изменения физико-химических свойств газовой смеси – коэффициентов переноса (температуропроводности, диффузии и кинематической вязкости) при различных давлениях, соответствующих взрывоопасным концентрациям исследуемых составов. Второй проблемой является установление зависимостей между КПРП и физико-химическими свойствами, изменяющимися в зависимости от давления.

Для экспериментального обоснования ряда вопросов теории горения был исследован внутренний механизм изменения КПРП генераторных газов, состоящих из компонентов, сильно отличающихся по молекулярному весу.

Из диффузионной теории распространения пламени, основанной на предположении, что свободные радикалы и атомы диффундируют в свежую смесь, следует, что $U_B \sim P^{-1/4}$ (здесь, U_B – скорость распространения пламени, P – давление), если принять, что равновесное парциальное давление свободных радикалов и

атомов пропорционально $P^{-1/2}$. Однако последнее предположение недостаточно обосновано, так как при низких давлениях увеличивающаяся диссоциация будет уменьшать равновесную температуру пламени и концентрация атомов и радикалов будет увеличиваться в зависимости от давления медленнее по сравнению с приведенной зависимостью. Поэтому при изучении распространения пламени необходимо знать относительное влияние диффузии и теплопроводности. Так как исследования проводились в неподвижной газовой среде, то согласно указаний Б.В. Канторовича [1, 2], диффузия в этом случае носит молекулярный характер и характеризуется коэффициентом молекулярной диффузии. Согласно кинетической теории газов коэффициенты диффузии, тем-

температуропроводности, кинематической вязкости взаимосвязаны между собой и являются величинами одного и того же порядка. Можно полагать, что коэффициент температуропроводности и кинематической вязкости также как и коэффициент диффузии, носят молекулярный характер.

Нами проведены исследования изменения коэффициентов температуропроводности, диффузии и кинематической вязкости от давления и концентрации H_2 и CO в составе генераторного газа. В результате исследований отмечено, что различное влияние давления на КППП для генераторных газов, состоящих в основном из H_2 и CO , обуславливается различными значениями коэффициентов молекулярного переноса, изменяющимися от состава и давления, подобен, а их числовые значения близки между собой и являются величинами одного порядка.

Так как механизм нормального распространения пламени связан с передачей тепла посредством теплопроводности, активных продуктов реакции посредством диффузии, рассмотрим изменение КППП от совместного действия коэффициентов температуропроводности (перенос тепла от сгоревшего газа к свежему) и диффузии (т. е. диффузии свежих молекул газа в горячую зону горения и, при известных обстоятельствах, диффузии активных частиц из зоны горения в свежий газ), изменяющихся как от начального давления, так и от состава генераторных газов. Для определения степени влияния коэффициентов температуропроводности и диффузии на КППП, изменяемые в зависимости от начального давления и состава, использовано отношение коэффициента температуропроводности к коэффициенту диффузии.

Более наглядно изменение КППП в зависимости от коэффициентов температуропроводности, диффузии, давления и состава видно из рис.1, полученном на основании экспериментальных и расчетных данных.

На рис.1 по оси ординат отложено относительное изменение нижних КППП ($C_{отн}^H$) от начального давления, которое равно отношению КППП при давлении выше атмосферного (C_{PH}) к КППП соответствующему атмосферному давлению (C_{P0}), т. е. $C_{отн}^H = C_{PH}/C_{P0}$. По оси абсцисс отложено отношение коэффициента температуропроводности к коэффициенту диффузии. Вертикальные кривые показывают относительное изменение нижних КППП от отношения a/D для постоянного значения $\phi = \frac{CO}{CO + H_2}$ при различных давлениях. Горизонтальные кривые – изменение относительных КППП при постоянном давлении, но при различных значениях ϕ .

$$C''_{отн} = C_{PH} / C_{PO}$$

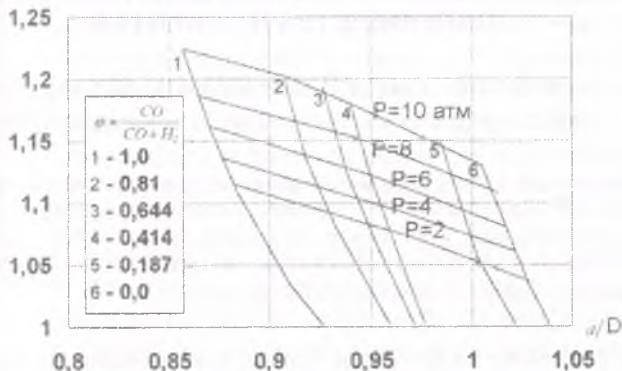


Рисунок 1 – Зависимость относительных нижних КППП ($C''_{отн}$) от отношения коэффициента температуропроводности (α) к коэффициенту диффузии (D), изменяющихся от начального давления (P) и значения (ϕ)

Из рис. 1 видно, что с увеличением ϕ до 1 и повышением давления нижние КППП также увеличиваются, при этом коэффициенты α и D изменяются неодинаково и не равны между собой.

При изменении отношения α/D в зависимости от ϕ оказалось, что с увеличением CO в составе генераторных газов нижние КППП, соответствующие нормальному давлению, увеличиваются, а отношение α/D уменьшается.

С увеличением начального давления и ϕ наиболее интенсивное изменение относительных КППП соответствует наименьшему α/D . Максимальное изменение нижних КППП наблюдается для составов генераторного газа, состоящего в основном из CO .

На основании анализа рис. 1 можно отметить, что КППП и α/D изменяются как от начального давления, так и от состава газовых смесей. Причем с увеличением начального давления коэффициенты диффузии и температуропроводности снижаются. Интенсивность уменьшения α/D , по мере увеличения CO в составе генераторных газов, увеличивается, в результате относительные нижние КППП также увеличиваются.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Канторович Б.В. Введение в теорию горения и газификации твердого топлива. М.: Металлургиздат, 1961. – 348 с.
- 2 Канторович Б.В. Вопросы теории горения потока топлива. Сб. трудов «Горение двухфазных систем». М.: Изд-во АН СССР, 1958.