

*Ю.В. Луценко, к.т.н., доцент, зам. нач. кафедры, НУГЗУ,
А.Б. Васильев, к.т.н., преподаватель, НУГЗУ,
Е.А. Яровой, преподаватель, НУГЗУ*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЗОВ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ И ИХ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ

(представлено д-ром техн. наук Кривцовой В.И.)

Получены зависимости изменения физико-химических свойств горючих газов, образуемых при подземной газификации угля, от давления.

Ключевые слова: предел распространения пламени, горючий газ, подземная газификация, уголь.

Постановка проблемы. В настоящее время большое внимание во всем мире уделяется получению заменителей традиционных энергоносителей: нефти и природного газа. Разрабатываются новые технологии, при внедрении которых одной из наиболее важных проблем будет обеспечение пожаровзрывобезопасности при получении, хранении, транспортировании и использовании синтетических горючих газов.

Анализ последних исследований и публикаций. В результате анализа работ [1-3] установлено, что состав и физико-химические свойства многокомпонентных горючих газов, получаемых при подземной газификации углей, может существенно меняться в зависимости от ряда основных технологических факторов.

Для более полного понимания процесса воспламенения газов целесообразно определить зависимости концентрационных пределов распространения пламени от одного из наиболее значимых параметров технологического процесса газификации углей – давления.

Постановка задачи и ее решение. Задачей проводимых исследований было определение влияния начального давления на физико-химические свойства многокомпонентных горючих газов и их пожаровзрывоопасность.

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

Для экспериментального обоснования ряда вопросов горения был исследован внутренний механизм изменения КППГ горючих 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 $U_B \sim P^{1/4}$ (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 выводов Б.В. Канторовича [4,5], диффузия в этом случае носит молекулярный характер и характеризуется коэффициентом молекулярной диффузии. Согласно кинетической теории газов коэффициенты диффузии, температуропроводности, кинематической вязкости взаимосвязаны между собой и являются величинами одного и того же порядка, а следовательно 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 горючего газа. В результате исследований отмечено, что различное влияние давления на КППГ для горючих газов, состоящих в основном из H_2 и CO , обуславливается различными значениями коэффициентов молекулярного переноса, изменяющимися от состава и давления, и 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 КППГ 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 диффузии активных частиц из зоны горения в свежий газ), изменяющихся как от начального давления, так и от состава многокомпонентных горючих газов. Для определения степени влияния коэффициентов температуропроводности и диффузии на КППГ, изменяющиеся в зависимости от начального давления и состава, использовано отношение коэффици-

ента 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 ($f_{отн}^H$) от начального давления, которое равно отношению КППП при давлении выше атмосферного (f_{PH}) к КППП, соответствующему атмосферному давлению (f_{P0}), то есть $f_{отн}^H = f_{PH} / f_{P0}$. По оси абсцисс отложено отношение коэффициента температуропроводности к коэффициенту диффузии. Вертикальные кривые показывают относительное изменение нижних КППП от отношения a/D для постоянного значения $\varphi = CO/CO+H_2$ при различных давлениях. Горизонтальные кривые изменения относительных КППП при постоянном давлении, но при различных значениях φ .

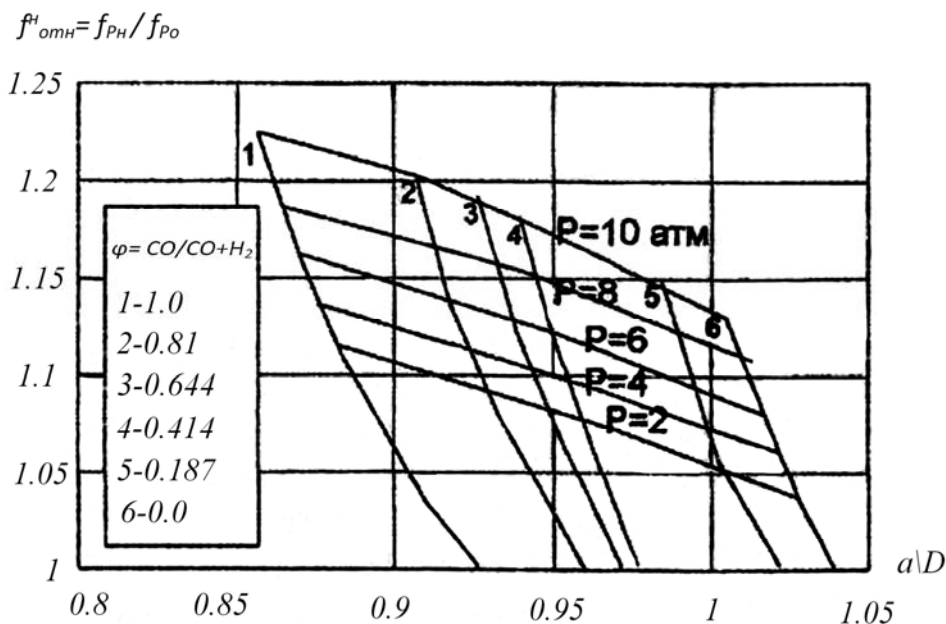


Рис. 1 – Зависимость относительных нижних КППП ($f_{отн}^H$) от отношения коэффициента температуропроводности (a) и коэффициента диффузии (D), изменяющихся от начального давления (P) и значения (φ)

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

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

С увеличением начального давления и φ наиболее интенсивное

изменение относительных КППП соответствует минимальному a/D . Максимальное изменение нижних КППП наблюдается для составов генераторного газа, состоящего в основном из CO.

Выводы. На основании анализа рис.1 можно отметить, что КППП и a/D изменяются как от начального давления, так и от состава газовых смесей. Причем с увеличением начального давления коэффициенты диффузии и температуропроводности уменьшаются. Интенсивность снижения значений a/D по мере увеличения содержания CO в составе горючих газов, увеличивается, в результате относительные нижние КППП также увеличиваются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Луценко Ю.В. Влияние основных технологических факторов подземной газификации углей на воспламеняемость получаемых газов/ Ю.В. Луценко, Е.А. Яровой // Проблемы пожарной безопасности. – 2009. – №26. – С.113-117.

2. Луценко Ю.В. Влияние основных технологических факторов подземной газификации углей на верхний концентрационный предел распространения пламени/ Ю.В. Луценко, Е.А. Яровой // Проблемы пожарной безопасности. – 2010. – №27. – С.136-139

3. Луценко Ю.В. Получение горючих газов методом подземной газификации углей / Ю.В. Луценко, Е.А. Яровой // Проблемы пожарной безопасности.- 2006. – № 20 – С. 128-132.

4. Канторович Б.В. Введение в теорию горения и газификации твердого топлива. М.: Металлургиздат. 1961. – 348 с.

5. Канторович Б.В. Вопросы теории горения потока топлива СБ. трудов «Горение двухфазных систем». М.: Изд-во АН СССР. 1958.

nuczu.edu.ua

Ю.В. Луценко, Е.А. Яровой, О.Б. Васильев

Визначення впливу тиску на фізико-хімічні властивості газів підземної газифікації вугілля та їх пожежовибухонебезпека

Отримано залежності зміни фізико-хімічних властивостей горючих газів, утворених при підземній газифікації вугілля, від тиску.

Ключові слова: межа поширення полум'я, горючий газ, підземна газифікація вугілля, вугілля.

U.V. Lutsenko, E.A. Yarovoy, A.B. Vasiliev

Determination of the pressure effect on the physicochemical properties of the gas underground coal gasification and their fire and explosion hazard

The dependences of changes in physical and chemical properties of combustible gases produced from underground coal gasification on the pressure.

Keywords: limit of distribution of flame, combustible gas, underground gasification, coal.