

Ю.В. Луценко, к.т.н., доцент, нач. кафедри, НУЦЗУ,  
Є.А. Яровий, викладач, НУЦЗУ

## ОЦІНКА ЗМІНИ ЯКІСНОГО СКЛАДУ І ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ГОРЮЧИХ ГАЗІВ ПІДЗЕМНОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

(представлено д-ром техн. наук Кривцовою В.І.)

Наведено аналіз експериментальних даних про вплив деяких технологічних факторів на якісний склад і пожежну небезпеку горючих газів отриманих під час підземної газифікації вугілля.

**Ключові слова :** газ, вугілля, газифікація.

**Постановка проблеми.** Є необхідність в проведенні досліджень з більш глибокого вивчення процесів утворення багатокомпонентних горючих газів, визначення ступеня впливу різних технологічних факторів на їх склад і пожежонебезпечні властивості. Отриманий в процесі підземної газифікації вугілля газ повинен мати не тільки вузьку область вибухонебезпечних концентрацій, а й характеризуватися певними технологічними і споживчими властивостями [1, 2].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Проведеними раніше дослідженнями [1-3] визначено залежності впливу різних технологічних факторів на склад і концентраційні межі поширення полум'я багатокомпонентних горючих газів підземної газифікації вугілля, однак оптимальних параметрів ведення процесу газифікації визначено не було.

**Постановка задачі та її вирішення.** Завданням дослідження є аналіз оптимальних параметрів процесу підземної газифікації вугілля.

З метою встановлення залежностей складу багатокомпонентних горючих газів від ряду технологічних була проведена серія дослідів на експериментальній установці по газифікації вугілля [4]. Газифікації піддавалося вугілля марки "Г" шахти ім. Челюскінців ВО "Донецьквугілля".

Необхідно вказати на неоднорідність розв'язуваної задачі. По-перше, генераторні гази, які використовуються для хімічного синтезу, повинні складатися, переважно, з CO і H<sub>2</sub>, а гази, призначені для енергетичних цілей - мати досить високу теплотворну здатність, по-друге, повинна забезпечуватися максимально можлива пожежна безпека технологічного процесу виробництва. Крім того, повинні мати місце найбільш повна конверсія реагентів (вуглецю твердого

палива і водяної пари) і високий вихід кінцевого продукту - генераторного газу.

В якості змінних (незалежних) технологічних факторів були прийняті: витрата повітря на дуття при газифікації, витрата пари на дуття при газифікації, температура в реакційній зоні.

В результаті проведених досліджень встановлено, що при збільшенні витрати повітря в складі дуття на газифікацію (витрата пари і температура в реакційній зоні залишаються незмінними) в одержуваному генераторному газі знижується вміст метану ( $\text{CH}_4$ ), збільшується кількість діоксиду вуглецю ( $\text{CO}_2$ ) за рахунок зниження об'ємної частки оксиду вуглецю ( $\text{CO}$ ), зростає вміст азоту ( $\text{N}_2$ ) і залишкового кисню ( $\text{O}_2$ ). В результаті природного розбавлення газу негорючими компонентами знижується його теплотворна здатність і збільшується щільність.



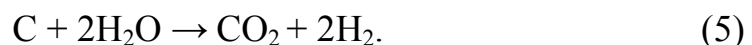
Перша з цих реакцій термодинамічно більш ймовірна, отже, інтенсифікується в першу чергу, але вона ж характеризується вдвічі більшою питомою витратою кисню на одиницю маси вуглецю. Тому знижується ступінь конверсії вуглецю в парогазові продукти навіть при відносно невеликому збільшенні витрати повітря (а значить і кисню) в умовах загального браку останнього, порівняно з стехіометрично необхідним його кількістю (що є характерною рисою процесу газифікації в порівнянні з іншими технологіями переробки твердих вуглецевих матеріалів).

Таким чином, при збільшенні витрати повітря, пожежовибухонебезпека газу знижується (концентраційні межі поширення полум'я (КПП) звужуються) внаслідок зростання вмісту в ньому негорючих ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ) і зменшення горючих ( $\text{CH}_4$ ) компонентів.

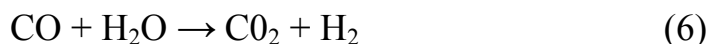
При збільшенні в дуття витрати пари, має місце зниження вмісту в генераторному газі метану - продукту термохімічних перетворень органічної маси без участі компонентів дуття, наприклад,



а також діоксиду вуглецю і водню ( $\text{H}_2$ ) в результаті зниження ступеня конверсії водяної пари інтенсифікуючої реакції, що протікають з поглинанням тепла



У той же час вміст оксиду вуглецю в газі дещо зростає, так як він є продуктом менш ендотермічної реакції (4), а також через зсув вправо хімічної рівноваги реакції у зв'язку зі збільшенням концентрації водяної пари.



При незмінній витраті повітря, що подається до складу дуття і підвищенні витрати пари, в одержуваному газі зменшується вміст залишкового кисню. В результаті зниження ступеня конверсії водяної пари дещо підвищується вологість одержуваного газу, щільність газу залишається практично незмінною. Ступінь конверсії вуглецю збільшується через зростання концентрації реагенту (водяної пари), що підвищує швидкість реакції.

Пожежовибухонебезпека горючого газу дещо знижується через зменшення в ньому  $\text{CH}_4$  і  $\text{H}_2$ .

Підвищення температури процесу в реакційній зоні не тільки інтенсифікує реакції вуглецю з водяною парою і діоксидом вуглецю



але, перш за все, зрушує вліво рівновагу реакції



В результаті в газі знижується вміст діоксиду вуглецю і водню при одночасному збільшенні частки оксиду вуглецю і водяної пари. Так як теплотворна здатність оксиду вуглецю вище, ніж водню, то і одержуваний генераторний газ має більш високу теплотворну здатність. У свою чергу, це є одним із чинників, що знижують питомий вихід газу. Через збільшення рівнозначної концентрації водяної пари підвищується вологість газу, а також знижується ступінь конверсії пара, що подається на газифікацію в складі дуття.

Результати виконаних досліджень дозволяють рекомендувати температуру в реакційній зоні  $900^\circ\text{C}$ . При цьому досягається максимальний ступінь конверсії вуглецю (причому більше 80% утворюються вуглець газів складають горючі компоненти), а також забезпечується досить висока ступінь конверсії водяної пари і теплотворна здатність отриманого генераторного газу.

**Висновок.** Таким чином, проведені дослідження показали, що процес підземної газифікації вугілля є складним, багатостадійним, що залежать від багатьох технологічних факторів. Зміна одного з них, як правило, викликає зміна ряду інших. Завданням подальших досліджень є визначення оптимального рівня пожежної безпеки тех-

нологічного процесу при забезпеченні задовільних експлуатаційних характеристик багатокomпонентних горючих газів.

## ЛІТЕРАТУРА

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. Патент 23505А Україна, МПК 6 С 10 J 3/20. Пристрій для газифікації вуглецевого матеріалу / Кувшинов В.Є., Скляр М.Г., Шульга І.В.; АТЗТ «Коксан» та УХІН.  
nuczu.edu.ua

Ю.В. Луценко, Е.А. Яровой

**Оценка изменения качественного состава и пожарной опасности горючих газов подземной газификации в зависимости от технологических факторов**

Приведен анализ экспериментальных данных о влиянии некоторых технологических факторов на качественный состав и пожарной опасности горючих газов полученных при подземной газификации угля.

**Ключевые слова:** газ, уголь, газификация.

U.V. Lutsenko, E.A. Yarovoy

**Assessment of changes in quality of fire hazard and combustible gases underground gasification depending technological factors**

The analysis of experimental data on the influence of some technological factors on the qualitative composition and fire hazard of combustible gases obtained during underground coal gasification.

**Keywords:** gas, coal gasification.