

Луценко Ю.В., канд. техн. наук, доцент, начальник кафедры, НУГЗУ  
Е.А.Яровой, преподаватель, НУГЗУ

## ПОВЫШЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК ТЕРМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ К КОКСОВАНИЮ

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

В работе представлены результаты экспериментальных исследований по снижению пожарной опасности термической подготовки угольной шихты к коксованию.

**Ключевые слова:** кислород, горючий газ, кокс, уголь.

**Постановка проблемы.** В теплоносителе, сбрасываемом с установки [1] в атмосферу, содержится до 1,5-2,0 % оксида углерода (СО), что может привести к образованию горючей среды в процессе термической подготовки угольной шихты к коксованию. Причиной образования повышенной концентрации СО является то обстоятельство, что в данном технологическом процессе часть теплоносителя подается на рециркуляцию в камеру сжигания. В циркулирующем теплоносителе содержится 10-12 г/нм<sup>3</sup> тончайшей угольной пыли, которая, попадая в печь, сгорает не полностью, а частично. В условиях дефицита кислорода происходит неполное сгорание, вследствие чего в продуктах горения повышается содержание СО. Вместе с тем, повысить содержание кислорода путем непосредственного увеличения подачи воздуха на горение коксового газа не представляется возможным, так как это приведет к повышенному окислению угля при его термической обработке, что отрицательно скажется на качестве получаемого кокса.

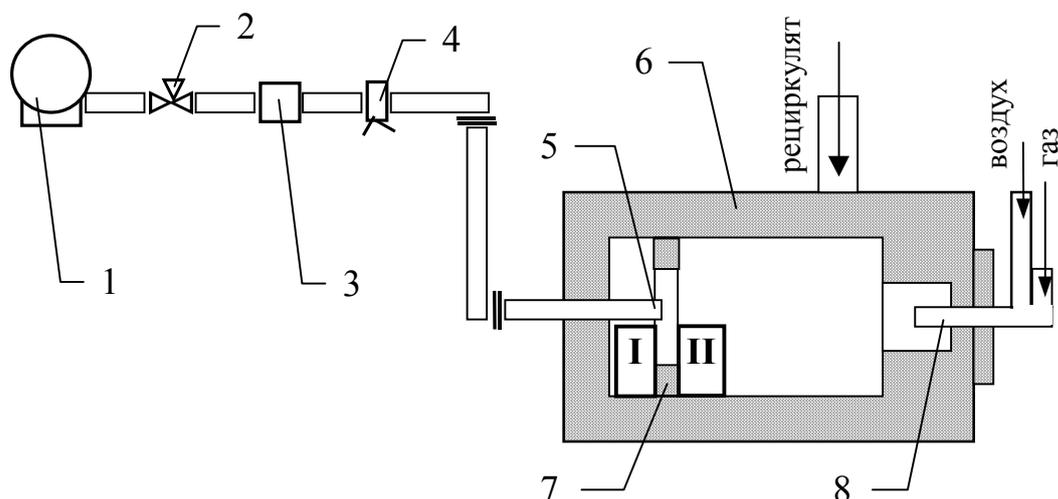
**Анализ последних исследований и публикаций.** В работах [1-5] освещаются результаты исследований, направленных на снижение пожарной опасности различных стадий коксового производства. Наибольшую опасность представляют неорганизованные выбросы горючих газов и пыли с последующим образованием взрывоопасных концентраций.

**Постановка задачи и ее решение.** Задачей исследования является обоснование возможности снижения пожарной опасности процесса подготовки угольной шихты к коксованию путем снижения содержания СО.

Сброс отработанного теплоносителя осуществляется после первой ступени нагрева [1]. Это свидетельствует о том, что вдувание

дополнительного воздуха перед входом в первую ступень позволит снизить концентрацию оксида углерода. Такое решение оправдано, поскольку на первую ступень нагрева идет более горячий теплоноситель, а, следовательно, процесс окисления  $\text{CO}$  в  $\text{CO}_2$  будет проходить более интенсивно. Кроме того, температура угля в первой ступени значительно ниже, чем во второй, поэтому окисление угля будет менее интенсивно.

Для осуществления этого решения был смонтирован подвод вторичного воздуха в печь теплоносителя (рис. 1). Воздух от воздуходувки (1) через задвижку (2) подается в печь теплоносителя (6) через специальное сопло (5), которое оканчивается перед разделительной диафрагмой (7) в печи между первой (I) и второй (II) ступенями нагрева. Расход воздуха регулируется при помощи регулирующего клапана (3) и контролируется по манометру от измерительной диафрагмы (4).



**Рис. 1 – Принципиальная схема подачи вторичного воздуха в печь теплоносителя**

В ходе исследований было испытано две конструкции сопла для ввода вторичного воздуха – с радиальной подачей воздуха и с осевой. Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1.

На начальном этапе исследования были проведены опыты без подачи угля (опыт 1-3), из которых следует, что печь теплоносителя позволяет добиваться практически полного сжигания коксового газа при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha = 1.1 - 1.2$ . При подаче угля в систему нагрева количество  $\text{CO}$  в теплоносителе резко увеличивается (опыт 4-6) и составляет 1.4% ( $\alpha = 1.1$ ) и 1.0% ( $\alpha = 1.2$ ).

Следующий шаг исследования заключался в следующем. Проводилось вдувание воздуха в печь, при этом, на горелку (8) подавали

воздух с  $\alpha = 1.0$ , а вторичный воздух добавляли с таким расчетом, чтобы общее его количество давало коэффициент избытка воздуха  $\alpha = 1.1$  (опыт 7) и  $\alpha = 1.2$  (опыт 9).

**Таблица 1. – Содержание СО в сбрасываемом теплоносителе при разных режимах работы печи**

| № опыта   | Расход газа, $\text{нм}^3/\text{ч}$ | Расход воздуха, $\text{нм}^3/\text{ч}$ | Коэф. избытка воздуха ( $\alpha$ ) | Расход вторичного воздуха, $\text{нм}^3/\text{ч}$ | Коэф. избытка возд. ( $\alpha$ общий) | Производительность установки, $\text{т}/\text{ч}$ | Температура на входе в первую ступень, $^{\circ}\text{C}$ | Концентрация, % об. |              |             |
|---|-------------------------------------|--|------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---|---------------------|--------------|-------------|
|   |                                     |  |                                    |   |                                       |   |   | $\text{CO}_2$       | $\text{O}_2$ | $\text{CO}$ |
| Опыты без угля  |                                     |  |                                    |   |                                       |   |   |                     |              |             |
| 1   | 200                                 | 900                                    | 1.0                                | -   | 1.0                                   | -   | 350   | 8.9                 | 0.6          | 1.0         |
| 2   | 200                                 | 995                                    | 1.1                                | -   | 1.1                                   | -   | 355   | 9.0                 | 1.0          | 0.2         |
| 3   | 200                                 | 1085                                   | 1.2                                | -   | 1.2                                   | -   | 355   | 9.3                 | 2.4          | 0.02        |
| Опыты с углем   |                                     |  |                                    |   |                                       |   |   |                     |              |             |
| 4   | 400                                 | 1800                                   | 1.0                                | -   | 1.0                                   | 10  | 530   | 8.9                 | 0.2          | 2.6         |
| 5   | 400                                 | 1990                                   | 1.1                                | -   | 1.1                                   | 10  | 550   | 9.3                 | 0.3          | 1.4         |
| 6   | 400                                 | 2170                                   | 1.2                                | -   | 1.2                                   | 10  | 560   | 9.7                 | 0.8          | 1.0         |
| Опыт со вторичным воздухом (сопло с радиальной подачей воздуха) |                                     |  |                                    |   |                                       |   |   |                     |              |             |
| 7   | 375                                 | 1700                                   | 1.0                                | 160   | 1.1                                   | 10  | 520   | 10.2                | 0.6          | 1.6         |
| 8   | 420                                 | 2080                                   | 1.1                                | 200   | 1.2                                   | 10  | 585   | 10.0                | 1.0          | 0.6         |
| 9   | 420                                 | 1900                                   | 1.0                                | 380   | 1.2                                   | 10  | 585   | 9.6                 | 1.2          | 1.2         |
| Опыты со вторичным воздухом (сопло с осевой подачей воздуха)    |                                     |  |                                    |   |                                       |   |   |                     |              |             |
| 10  | 320                                 | 1450                                   | 1.0                                | 140   | 1.1                                   | 8   | 480   | 9.0                 | 0.6          | 2.0         |
| 11  | 320                                 | 1590                                   | 1.1                                | 150   | 1.2                                   | 8   | 480   | 9.4                 | 0.8          | 1.0         |
| 12  | 320                                 | 1450                                   | 1.0                                | 280   | 1.2                                   | 8   | 480   | 9.2                 | 1.0          | 1.4         |

В опыте 8 на горелку подавали воздух с  $\alpha = 1.1$ , а вторичный воздух вдували до  $\alpha = 1.2$ . Как видно из приведенных в табл. 1 данных наилучший результат получен в опыте 8 (концентрация СО – 0.6%). В опыте 9 суммарное количество подаваемого воздуха такое же, как и в опыте 8. Однако его реализация при вдувании через сопло проходит хуже, чем при подаче на горелку. Опыты 7 – 9 проведены при вдувании воздуха через сопло с радиальной подачей воздуха, а опыты 10 – 12 при вдувании вторичного воздуха через сопло с осевой подачей воздуха. Характер изменения концентрации СО в опытах 10 – 12 такой же, как и в опытах 7 – 9. Однако результаты, полученные в опытах 10 – 12 несколько хуже, чем в опытах 7 – 9. Это связано, очевидно, с тем, что при осевой подаче воздуха вглубь печи вторичный воздух, попадая на встречный поток, разбавляется по всему объему топки. Это приводит к тому, что вторичный воздух попадает как в первую так и во вторую ступени нагрева. Следовательно, концентра-

ция кислорода на первой ступени понижалась, а концентрация окиси углерода – увеличивалась.

**Выводы.** Из вышесказанного следует, что для снижения пожарной опасности процесса термической подготовки угольной шихты путем уменьшения концентрации окиси углерода в сбрасываемом теплоносителе необходимо процесс горения коксового газа в печи вести с коэффициентом избытка воздуха  $\alpha = 1.1$ , а на входе в первую ступень вдувать дополнительный (вторичный) воздух в количестве, необходимом для общего его содержания до  $\alpha = 1.2$ .

## ЛИТЕРАТУРА

1. Луценко Ю.В. Определение влияния скорости движения пылевоздушного потока на процесс воспламенения дисперсных частиц / Луценко Ю.В., Деревянко И.Г. // Пожарная безопасность: организационно-техническое обеспечение. – 1996. – С. 27– 29.

2. Луценко Ю.В. Пути повышения уровня пожарной безопасности при загрузке коксовых печей / Луценко Ю.В., Козырев М.Г. // Проблемы пожарной безопасности. – 2001. – Спец. вып. – С. 43 – 49.

3. Луценко Ю.В. Влияние технологических факторов на состав и пожароопасные свойства газов, выделяющихся при загрузке коксовых печей / Луценко Ю.В., Козырев М.Г. // Проблемы пожарной безопасности. – 2002. – № 12 – С. 130 – 132.

4. Луценко Ю.В. Теоретические исследования процессов горения частиц твердого топлива при термическом обезвреживании газов загрузки коксовых печей / Луценко Ю.В. // Проблемы пожарной безопасности. – 2003. – № 13 – С. 89 – 93.

5. Луценко Ю.В. Влияние скорости подачи газифицирующих агентов на выход горючих газов из углей / Луценко Ю.В., Яровой Е.А. // Проблемы пожарной безопасности. – 2007. – № 21. – С. 156 -159.

nuczu.edu.ua

Луценко Ю.В., Яровой Е.А.

**Підвищення пожежної безпеки при експлуатації установок термічної підготовки вугільної шихти до коксування**

У роботі представлені результати експериментальних досліджень по зниженню пожежної небезпеки термічної підготовки вугільної шихти до коксування.

**Ключові слова:** кисень, горючий газ, кокс, вугілля.

Lutsenko U.V., Yarovoy E.A.

**Increase of fire safety during exploitation of settings of thermal preparation of coal charge to coking**

The results of experimental researches are in-process presented on the decline of fire hazard of thermal preparation of coal charge to coking.

**Keywords:** oxygen, combustible gas, coke, coal.