

**А. С.Черненко<sup>1</sup>, В. В. Калинин<sup>1</sup>, D. Kalisz<sup>4</sup>, Р. В. Авдеев<sup>2</sup>, Р. Д., Кузем-  
ко<sup>3</sup>, М. Н. Корчагина<sup>1</sup>**

1 – Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова, кафедра теплофизики, г. Одесса; 2 – МК «Азовсталь»; 3 – Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь; 4 – University of science and Technology, «AGH», г. Краков (Польша)

## **ВЛИЯНИЕ ЗОЛЬНОСТИ УГЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРЕНИЯ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ФАКЕЛА**

В работе приведены результаты исследования влияния доли золы в коксе угля на характеристики зажигания и горения двухфракционной угольной пыли (две фракции 30 и 50 мкм) в фурменном очаге доменной печи. Зола считается отдельной инертной фракцией помимо двух фракций угольной пыли кокса. Показано, что варьирование состава пылеугольного топлива позволяет изменять долю целевого газа в продуктах сгорания и механическую полноту сгорания пылеугольного топлива (ПУТ). Установлено, что повышение зольности угля ведет к удлинению кислородной зоны и возрастанию полноты сгорания коксового остатка частицы. При этом снижается полнота сгорания угольной частицы по сравнению с малозольным углем. Увеличение тонкости помола повышает степень сгорания, увеличивает содержание  $CO$  и уменьшает содержание углекислого газа  $CO_2$  в продуктах сгорания пылеугольного топлива.

При размолу угля значительная часть внешней золы и частично внутренней, которая имеет вид зерен различных размеров, отделяется от угля. Чем мельче помол, тем больше золы отделяется от коксовых частиц. И тем меньше золы остается в коксовых частицах. После помола угля в мельнице на мелкую пыль и отделения золы исходная транспортируемая смесь пылеугольного топлива содержит частицы золы, масса которых близка к исходной доле золы в угле. Они в фурменном очаге не реагируют, но нагреваются и являются определенным инертным балластом.

Зона горения пылеугольного факела представляется в виде расширяющейся осесимметричной струи, через боковую поверхность которой возможен перенос тепла и массы. В системе протекают следующие химические реакции:  $C + O_2 \rightarrow CO_2$  (I),  $C + 0.5O_2 \rightarrow CO$  (II),  $C + CO_2 \rightarrow 2CO$  (III),  $CO + 0.5O_2 \rightarrow CO_2$  (IV).

На начальном этапе, когда основным окислителем является кислород, интенсивно протекают экзотермические гетерогенные реакции (I) и (II), а также гомогенная реакция (IV). Температуры частиц и газа начинают возрастать. При этом диаметр и плотность частиц интенсивно уменьшаются. Угарный газ, который образуется в реакции (II), в дальнейшем реагирует с кислородом в реакции (IV), скорость которой очень высокая. Поэтому в газе практически отсутствует угарный газ, а содержание углекислого газа быстро возрастает.

Невысокие массовые концентрации угольной пыли (менее  $0.09 \text{ кг/м}^3$ ) соответствуют высокому значению коэффициента избытка кислорода. В этом случае мелкие частицы сгорают уже в кислородной зоне. Дальнейшее выгорание более крупных частиц зависит от начальных значений концентраций кислорода и топлива. После исчезновения кислорода в совокупности остаются лишь частицы крупной фракции, которые успевают выгореть примерно на 50 % относительно начальной массы. При этом угарный газ практически отсутствует из-за большой скорости его окисления кислородом. Дальнейшая газификация частицы происходит в углекислом газе, присутствующем в избытке. Температура частиц крупной фракции в результате эндотермической реакции (III) быстро понижается и газификация прекращается. В результате горения такой совокупности имеем достаточно высокую полноту сгорания топлива, но очень малое содержание угарного газа в продуктах реакции.

Показано, что механическая полнота сгорания  $\varphi_{ок}$  возрастает практически линейно с ростом доли золы: повышенное значение зольности угля на 5 % приводит к возрастанию полноты сгорания коксов. Таким образом, установлено, что варьирование численного состава пылеугольного топлива позволяет изменять долю целевого газа в продуктах сгорания и механическую полноту сгорания частицы ПУТ. Повышение зольности угля ведет к удлинению кислородной зоны и возрастанию полноты сгорания коксового остатка частицы. При этом снижается полнота сгорания угля с высокой зольностью по сравнению с малозольным углем. Увеличение тонкости помола повышает степень сгорания, увеличивает содержание CO и уменьшает содержание углекислого газа  $\text{CO}_2$  в продуктах сгорания пылеугольного топлива.