**Дослідження динаміки та кінетики взаємодії твердого бездимного**

**палива з киснем повітря**

Євген Збиковський

Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Донецька обл., Україна

e-mail : [zeixtt@gmail.com](mailto:zeixtt@gmail.com)

**Вступ**

Рішення комплексу екологічних, технічних та економічних проблем виробництва і використання твердого вуглецевого палива в сучасних умовах потребує створення нових технологій отримання бездимного твердого палива і в першу чергу з високолетючого, як правило, слабоспікливого, низькосірчистого вугілля марок ДГ, Г і ГЖ. Виробництво бездимного твердого палива дозволить диверсифікувати коксохімічне виробництво, для якого характерною є періодичність попиту на основну його продукцію – доменний кокс. Заміна виробництва доменного коксу на виробництво бездимного твердого палива дозволить завантажити існуючі виробничі потужності та зберегти працездатність пічного фонду коксохімічних підприємств у періоди скорочення попиту на доменний кокс. Крім того, це дозволить отримати продукт із використанням слабометаморфізованого вугілля і відходів вуглезбагачення, а також забезпечити екологічність твердого вуглецевого палива. Суттєвою перевагою виробництва бездимного твердого палива є можливість вирішення важливої соціально-економічної проблеми – забезпечення населення якісним екологічно чистим висококалорійним побутовим твердим паливом.

**Основний зміст**

Бездимне тверде паливо за технологічними і технічними характеристиками можна порівняти з антрацитами, у подальшому воно може служити альтернативою їх використання в технологічних і побутових цілях. Одночасно це паливо може бути альтернативою коксового горіха у феросплавному виробництві за рахунок високої реакційної здатності. Бездимне тверде паливо - продукт високотемпературного коксування попередньо нагрітої до 2000С вугільної шихти, яка складається з малометаморфізованого низькосірчистого вугілля марки Г (80-100%) і відходів вуглезбагачення (до 20%). Частка компонентів в шихті може регулюватися в залежності від вимог споживача кінцевого продукту

Основними технологічними характеристиками бездимного твердого палива є:

* сірчистість Std <1%;
* вихід летких речовин Vdaf = 1-3%;
* зольність Аd = 10-20%;
* нижча теплота згоряння ≥ 26000 кДж/кг;
* реакційна здатність CRI ≥ 65%;
* максимальна швидкість тепловиділення за умов вигоряння при Т>8600С.

Встановлено, що бездимне тверде паливо при спалюванні в шарових топках володіє високою термічною та механічною стійкістю у продовж всього періоду горіння. Кускове бездимне паливо, на відміну від необробленого енергетичного вугілля, не створює маленьких паливних частинок, які спроможні провалюватися через газорозподільчу решітку. Крім того, в розпеченому шарі бездимне тверде паливо дає більш високий пірометричний ефект, таким чином воно забезпечує більш високий коефіцієнт корисної дії топічного пристрою.

Дослідження кінетики взаємодії паливних частинок із газом-реагентом були проведені з метою отримання залежності швидкості взаємодії від ступеня конверсії (часу) вуглецевої речовини в ізотермічних умовах. Отримані залежності швидкості взаємодії від ступеня конверсії частинок бездимного твердого палива, а також залежності швидкості взаємодії від температури дозволяють надалі визначити реакційну здатність вуглецевої речовини палива.

Для дослідження кінетики взаємодії вуглецевої речовини палива з газами-реагентами при тиску 0,1 МПа та при температурі до 12000С була використана лабораторна установка, яка являє собою диференційний імпульсний реактор, що працює в режимах, близьких до ідеального витіснення по газовій фазі та ідеального змішування по твердій фазі. Лабораторна установка також дозволяє підтримувати малі градієнти температур (менше 500С) і тисків (менш 100 Па) в реакційній зоні по висоті шару палива при проведенні експериментів.

Залежність швидкості взаємодії коксового залишку бездимного твердого палива з киснем повітря від ступеня конверсії зразка (Т=5600С, d=0,1-0,16мм (0,4-0,63мм) свідчить, що швидкість вигорання залежить від ступеня конверсії зразка: проходить через максимальне значення (Rm0 ≅ 4,2∙10-4 1/с) на самому початку кривої конверсії (Х=6-8%), а потім монотонно зменшується на завершальному етапі вигорання. Швидкість вигорання коксового залишку бездимного твердого палива для даної температури (Т=5600С) на початковій ділянці конверсії перевищує швидкість вигорання антрациту. У той же час вона знижується по ходу конверсії нижче швидкості вигорання газового і пісного вугілля.

Максимальний ступінь конверсії коксового залишку бездимного твердого палива при температурі Т=5600С склав 33-35%, що можна пояснити значною дезактивацією активної поверхні вугілля в процесі попередньої високотемпературної карбонізації.

Температурна крива вигорання дискретних проб бездимного твердого палива показує, що, незважаючи на те, що вказане паливо отримано з газового вугілля, яке містить значну кількість летких речовин (Vdaf=41,6% об.), динамічна крива вигорання не містить піку, відповідного виходу і вигоранню летких речовин. Температурна крива відповідає вигоранню коксового залишку. Час вигорання частинок бездимного твердого палива для заданих високих температур (8600С) становив близько 400 с.

**Висновки**

1. Встановлено, що залежність швидкості вигорання бездимного твердого палива для температури 5600С носить проміжний характер і характеризується досить низькою реакційною здатністю, що є результатом дезактивації активної вуглецевої поверхні в процесі попередньої високотемпературної термообробки без доступу повітря. На підставі порівняння динамічних кривих вигорання досліджуваних видів палива встановлено, що час вигорання бездимного твердого палива менше пісного вугілля та антрациту.
2. Всі види енергетичного палива, у тому числі бездимного твердого палива, мають схожий характер динамічної кривої вигоряння. З моменту займання твердої фази паливних частинок (гетерогенний процес) спостерігається різкий підйом температури в реакційній зоні до певних значень внаслідок швидко зростаючого виділення тепла при зростанні швидкості екзотермічних реакцій горіння.