

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КАРБОНИЗАЦИИ ЗОЛЫ В ХИМИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ

Абаимов Н.А.¹, Симапов Н.А.¹, Рыжков А.Ф.¹

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: nick.sum41@mail.ru

NUMERICAL INVESTIGATION OF ASH CARBONIZATION PROCESS IN FLUIDIZED-BED CHEMICAL REACTOR

Abaimov N.A.¹, Simanov N.A.¹, Ryzhkov A.F.¹

¹) Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Yekaterinburg, Russia

The paper presents numerical investigation of semi-dry ash carbonization process by CO₂ mineralization in two-phase fluidized-bed chemical reactor. Preservation of free-flowing properties in dispersed medium allows use of active hydrodynamic regimes and achieves high process performance.

Проблемы ужесточения норм выбросов вредных веществ и принятые обязательства по сокращению эмиссии парниковых газов требуют разработки экологически и экономически состоятельных технологий улавливания CO₂ и его последующей утилизации [1]. Энергетическая отрасль и производства, потребляющие CO₂, развивались практически независимо друг от друга, без согласованности параметров по количеству, давлению и чистоте между потоками CO₂ из энергоустановок и потоками CO₂, используемыми в производстве. Понимание необходимости перехода к новому технологическому укладу поставило перед энергетическим производителем CO₂ требование поиска путей радикальной экологизации работы, а перед потребителем CO₂ – требование соответствия рабочих параметров процесса параметрам CO₂ на выходе из энергоустановок [2].

В работе представлено численное исследование процесса полусухой карбонизации золы минерализацией CO₂ в химическом реакторе с двухфазным псевдоожигенным (кипящим) слоем. Этот способ характеризуется тем, что влага вводится непосредственно в зону выщелачивания вместе с потоком CO₂ в виде пара [3]. В этом режиме агрегирование частиц еще не происходит, и частицы зернистой массы сохраняют свою индивидуальность, необходимую для максимизации реагирующей поверхности и эффективного контактирования с газообразным реагентом. В такой системе жидкая фаза может быть представлена тонкой сорбционной пленкой, покрывающей поверхность частицы и заполняющей её поры. Локализация в такой пленке процессов растворения и реагирования до предела сократит диффузионное сопротивление процессу массообмена. Сохранение сыпучих свойств в дисперсной среде позволяет использовать активные гидродинамические режимы и достигать высоких показателей процесса.

Работа выполнена при финансовой поддержке постановления № 211 Правительства Российской Федерации, контракт № 02.А03.21.0006.

1. H. Ho, A. Iizuka and E. Shibata, *Ind. Eng. Chem. Res.* 58, 8941–8954 (2019).
2. J. Patricio, A. Angelis-Dimakis, A. Castillo-Castillo, Y. Kalmykova, L. Rosado, *J. CO2 Util.* 22, 330–345 (2017).
3. K. J. Reddy, S. John, H. Weber, M. D. Argyle, P. Bhattacharyya, D. T. Taylor, M. Christensen, T. Foulke, P. Fahlsing, *Energy Proc.* 4, 1574–1583 (2011).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЗОЛООБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В УГЛЯХ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫМ МЕТОДОМ

Абасова К. В.¹, Абрамов А. В.¹

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: ksu.abasova.v@icloud.com

DETERMINATION OF THE CONTENT OF ASH-FORMING ELEMENTS IN COALS BY THE X-RAY FLUORESCENT METHOD

Abasova K. V.¹, Abramov A. V.¹

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

XRF allows for non-destructive, environmentally friendly elemental analysis that does not require the transfer of a solid coal sample into solution using the methods of classical chemistry. Using this method, a technique has been developed for determining the content of ash-forming elements in coal.

Золообразующие элементы – это элементы, за исключением кислорода, которые составляют основную массу золы угля: Si, Al, Fe, Ca, Mg, Mn, S, Na, K, Ti, P. В настоящее время существует два ГОСТа, в которых описана процедура определения содержания золообразующих элементов в угле. Объектом анализа обеих методик является зола, полученная после озоления угля, а не сам уголь. Согласно ГОСТ 10538-87 химический состав золы определяют с помощью нескольких методов, что увеличивает трудоемкость и общую продолжительность получения результатов [1]. Согласно ГОСТ Р 55879-2013 анализ золы осуществляют рентгенофлуоресцентным методом. Однако в качестве способа пробоподготовки используют высокотемпературное растворение золы во флюсе с последующим измельчением стеклообразных проб и их прессованием [2]. Данные процедуры являются трудоемкими, увеличивают время анализа и его стоимость.

Рентгенофлуоресцентный метод анализа позволяет определять золообразующие элементы непосредственно в угле, пропуская стадию озоления. При этом для