

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ДОЛОМИТА В КАЧЕСТВЕ КАТАЛИЗАТОРА ТЕРМОХИМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ

С. В. Василевич, М. В. Малько, А. Н. Асадчий, Д. В. Дегтерев

*Государственное научное учреждение «Институт энергетики
НАН Беларуси», г. Минск*

Пиролиз и газификация биомассы представляют новые и многообещающие технологии эффективного использования биомассы. Согласно данным [1], пиролиз ежегодно прирастающей биомассы позволил бы полностью покрыть потребность в моторном топливе всех существующих на планете двигателей внутреннего сгорания.

Однако существует несколько причин, обусловивших отставание в разработке промышленных установок термохимической конверсии биомассы. В случае процесса газификации основной проблемой такого отставания является проблема образования смолы, в качестве которой рассматривается смесь органических веществ [2].

Применение катализаторов позволяет осуществлять разложение смолы при температурах около 700–800 °С, т. е. не требует дополнительного подогрева продуктов газификации биомассы. Таким образом, каталитическое разложение смолы имеет явное преимущество по сравнению с термическим [3].

В качестве перспективных катализаторов разложения смолы специалисты разных стран мира рассматривают природные доломиты, что обусловлено доступностью, дешевизной и высокой каталитической активностью этого минерала. Однако катализаторы на основе природных доломитов имеют существенный недостаток. Он обусловлен пониженными механическими свойствами, что приводит к сильной эрозии и снижению каталитической активности.

Преодоление отмеченных недостатков катализаторов, эффективных в процессах разложения смолы, является основным направлением в разработке эффективного и экономически оправданного способа очистки газовой смеси, образующейся в процессе термохимической конверсии биомассы.

В Институте энергетике была изучена возможность устранения таких известных недостатков природных доломитов, как низкая прочность и высокая истираемость после отжига. С целью выяснения путей преодоления этих недостатков были изготовлены и исследованы различные образцы катализаторов на основе доломита, магнезита с различными добавками в виде природной глины, извести, композитного материала $\text{Na}_2\text{K}_2(\text{SiO}_2)_n$, угля и др. При этом ставилась задача сохранить каталитические свойства материала на уровне природного доломита. Кроме того, были изготовлены образцы композитного материала на основе доломита с применением цемента в качестве связующего. Содержание цемента составляло 10; 20; 30 и 50 %. Образцы сначала выдерживались 24 ч при температуре 25 °С, после чего отжигались при температуре 800 °С. Однако после отжига образцы теряли свои механические свойства и практически полностью разрушались.

Исследования проводились на экспериментальной установке по пиролизу биомассы. Общий вид установки представлен на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки по пиролизу биомассы

Основной частью экспериментальной установки является узел конверсии, в состав которого входят: реактор, представляющий собой цилиндр с находящейся внутри решеткой; наружный цилиндр; топка – источник энергии для обеспечения теплового режима установки; соединительные патрубки; теплоизоляция.

К верхней части реактора крепится узел катализа, представляющий собой емкость, разделенную на две половины. Каждая половина сообщается с реактором, однако может быть изолирована с помощью задвижек. Внутри узла катализа расположены решетки, а также к нему крепится система подачи сырья. В верхней части узла катализа находятся крышки, к которым крепятся нагреватели. Контроль температур можно проводить с помощью термопар, размещаемых в реакторе и узле катализа.

Перед проведением эксперимента установка (зона пиролиза) выводилась на тепловой режим, при котором температура в зоне пиролиза составила 600 °С. Далее с помощью шнекового питателя подавали древесину (опилки) в зону пиролиза, где происходило их термохимическое разложение в отсутствие кислорода.

Полученные газообразные продукты поступали в зону катализа, в которой с помощью нихромовых нагревателей поддерживалась постоянная температура (600–800 °С).

В качестве сырья использовались древесные опилки размером фракции 1–5 мм. Влажность – 11,6 %. Зольность – 0,12 %.

Во время пиролиза опилок (при температуре 600 °С) газообразные продукты, включая и сложные углеводороды, проходя зону катализа, поступали в систему конденсации, где смолы конденсировались. После этого определялась масса полученных смол и вычислялось отношение массы смолы к массе исходной древесины. По количеству сконденсированных смол оценивалась каталитическая активность материала.

В результате выполненных исследований было установлено, что каталитической активностью по отношению к процессу разложения тяжелых углеводородов (пиролизная смола), образующихся в процессе термохимической конверсии биомассы, обладают природный доломит Беларуси, природный магнезит и композит на основе природного доломита и соединения $\text{Na}_2\text{K}_2(\text{SiO}_2)_n$.

При этом было определено, что прочность такого композита в отношении истираемости оказывается приблизительно на 2 порядка выше, нежели прочность природного доломита. Аналогичным образом композиты на основе природного доломита оказываются намного более прочными по сравнению с прочностью чистых образцов доломита. Пределы прочности их на сжатие примерно на порядок превышают предел прочности чистого доломита.

Литература

1. Bridgwater, A. V. Renewable fuels and chemicals by thermal processing of biomass / A. V. Bridgwater // Chem. eng. J. – 2003. – Vol. 91. – P. 87–102.
2. Milne, T. A. Biomass Gasifier «Tars»: Their Nature, Formation and Conversion / T. A. Milne, N. Abatzoglou, R. J. Evans // NREL Technical Report (NREL/TP-570-25357). – 1998 – Nov.
3. Sutton, D. / D. Sutton, B. Kelleher, J. R. H. Ross // Fuel Processing Technology. – 2001. – Vol. 73, 3. – P. 155–173.
4. Study of the catalytic activity of natural minerals and composites based on them in process of pyrolytic tar decomposition / S. V. Vasilevich [et all] // 15th international conference of young scientists on energy issues, Lithuania, Launas, May 23–25 2018 / Lithuanian energy institute. – Launas, 2018. – P. 15–22.