

УДК 62-611

А.Ж. Калтаев, аспирант группы А1-46 (ТПУ)
Научный руководитель В.Е. Губин, к.т.н., доцент (ТПУ) г. Томск

Использование пирогенетической воды биомассы в качестве энергетического ресурса предприятий ТЭК

К 2050 году по программе “Net zero” необходимо получения нейтрального баланса CO₂ [1]. Одним из способов получения “нулевого” материального баланса CO₂ является переход от традиционного топлива к биомассе. Биомасса является углеродно-нейтральным и возобновляемым топливом [2]. Под углеродно-нейтральным топливом понимается что в процессе горения будет выделено такое же количество CO₂ какое было поглощено в процессе его роста, поэтому его влияние значительно ниже чем традиционного угля [3]. Однако использование его в качестве основного вида топлива затруднительно ввиду низкой удельной энергоемкости и насыпной плотности в сравнении с традиционными видами сырья [4].

В настоящее время одним из способов повышения энергетической ценности получаемых продуктов и их вариативности является термическая конверсия – пиролиз. С помощью пиролиза возможно получение жидких (биомасло), твердых (полукокс) и газообразных (синтез-газ) продуктов. Полукокс применяется как бездымное топливо для печей и котлов [5], приготовления пищи [6], сорбента [7] и т.д. Неконденсируемые газофазные продукты пиролиза как правило используются в качестве вторичного энергетического потока для компенсации энергетических затрат собственных нужд пиролизного производства. Биомасло имеет наиболее широкий спектр применения и представляет собой смесь воды и различных органических соединений в основном включая кислоты, спирты, кетоны, альдегиды, фенолы, сложные эфиры, сахара, фураны, углеводороды, многофункциональные соединения, а также крупномолекулярные олигомеры. Оно может быть использовано в качестве печного топлива, двигателях внутреннего сгорания [8] и в химической промышленности для получения химикатов [9]. Биомасло характеризуется наличием большого количества пирогенетической воды в диапазоне от 15 до 30 % [10]. Под пирогенетической водой подразумевается жидкость, выделяющаяся при термическом разложении кислородосодержащих соединений без доступа кислорода. Пирогенетическая вода является балластовой компонентой, которая ухудшает свойства биомасла. Однако из-за содержания большого количества различных углеводородных соединений, данную жидкость невозможно

сливать в канализацию и в почву. В свою очередь ее выпаривание не целесообразно с энергетической точки зрения.

Сжигание пиролизной воды представляется эффективным решением ввиду относительной простоты и отсутствия токсичных или загрязняющих жидких веществ [11]. Однако её прямое сжигание невозможно ввиду малой теплоты сгорания, поэтому для данных целей она используется в смеси либо с твердым [11], либо с жидким топливом [12]. При этом, отмечается, что сжигание жидкого топлива в составе эмульсии с водой [13] приводит к значительному снижению выбросовmonoоксида углерода, оксидов азота, а также твердых частиц. Схожий эффект наблюдался и при сжигании пиролизной воды в составе водоугольного топлива [11], а также значительно улучшились характеристики зажигания и горения. При этом пирогенетическая вода, содержит большое количество полезных продуктов, часть из которых может быть извлечена и использована в химических отраслях [14].

Настоящая работа предполагает получение данных о составе и свойствах отдельных фракций пиролизной воды, полученных в процессе термического преобразования древесной биомассы. Также приведены характеристики их зажигания и горения в составе водоугольного топлива на основе пиролизной воды после извлечения одной или нескольких фракций, в частности.

Список литературы

1. Net Zero by 2050 // Net Zero by 2050 OECD 2021.
2. Wu H., Yu Y., Yip K. Bioslurry as a Fuel. 1. Viability of a Bioslurry-Based Bioenergy Supply Chain for Mallee Biomass in Western Australia // Energy & Fuels 2010. Vol. 241 (10). P. 5652–5659.
3. Case S.D.C., McNamara N.P., Reay D.S., Whitaker J. Can biochar reduce soil greenhouse gas emissions from a Miscanthus bioenergy crop? // GCB Bioenergy 2014. Vol. 6 (1). P. 76–89.
4. Shankar J., Idaho T., Idaho W., Hess R., National I., View A. A Review on Biomass Densification for Energy Applications // Idaho Natl. Lab. 2011. № May 2014. P. 1–73.
5. Zaman C.Z., Pal K., Yehye W.A., Sagadevan S., Shah S.T., Adebisi G.A., Marlana E., Rafique R.F., Johan R. Bin. Pyrolysis: A Sustainable Way to Generate Energy from Waste // Pyrolysis InTech 2017.
6. Sundberg C., Karlton E., Gitau J.K., Kätterer T., Kimutai G.M., Mahmoud Y., Njenga M., Nyberg G., Roing de Nowina K., Roobroeck D., Sieber P. Biochar from cookstoves reduces greenhouse gas emissions from smallholder farms in Africa // Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang. 2020. Vol. 25 (6). P. 953–967.

7. Li L., Zou D., Xiao Z., Zeng X., Zhang L., Jiang L., Wang A., Ge D., Zhang G., Liu F. Biochar as a sorbent for emerging contaminants enables improvements in waste management and sustainable resource use // *J. Clean. Prod.* 2019. Vol. 210. P. 1324–1342.
8. Butcher T.A., Trojanowski R., Mante O., Wei G., Celebi Y., Huber J. Bio-Oil Deployment in the Home Heating MarketBrookhaven National Lab.(BNL), Upton, NY (United States) 2016. № July. .
9. de Wild P., Reith H., Heeres E. Biomass pyrolysis for chemicals // *Biofuels* 2011. Vol. 2 (2). P. 185–208.
10. Oasmaa A., Peacocke C., Gust S., Meier D., McLellan R. Norms and Standards for Pyrolysis Liquids. End-User Requirements and Specifications // *Energy & Fuels* 2005. Vol. 19 (5). P. 2155–2163.
11. Larionov K.B., Gvozdyakov D. V., Zenkov A. V., Kaltaev A.Z., Ulko A.A., Gubin V.E. Energy recycling of pyrolysis water as a part of coal-water fuel // *Int. J. Energy Res.* John Wiley and Sons Ltd 2021. Vol. 45 (10). P. 14895–14909.
12. Kittipoomwong P., Narasingha M. Emulsification of water and pyrolysis oil by sorbitol derivative surfactants // *Appl. Mech. Mater.* Trans Tech Publications Ltd 2014. Vol. 633–634. P. 537–540.
13. Mura E., Massoli P., Josset C., Loubar K., Bellettre J. Study of the micro-explosion temperature of water in oil emulsion droplets during the Leidenfrost effect // *Exp. Therm. Fluid Sci.* 2012. Vol. 43. P. 63–70.
14. Lange J., Müller F., Bernecker K., Dahmen N., Takors R., Blombach B. Valorization of pyrolysis water: A biorefinery side stream, for 1,2-propanediol production with engineered *Corynebacterium glutamicum* // *Biotechnol. Biofuels* BioMed Central Ltd. 2017. Vol. 10 (1).

Информация об авторах:

Калтаев Альберт Жанатович, аспирант группы А1-46, ТПУ, Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30.

Губин Владимир Евгеньевич, к.т.н., доцент, ТПУ, Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30.