

УДК 541.128.13:547.261:547.915:543.422.4

НОВЫЕ БИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГЕТЕРОГЕННЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА, ПРИГОТОВЛЕННЫЕ НА ОСНОВЕ АТТАПУЛЬГИТОВОЙ ГЛИНЫ, ОБРАБОТАННОЙ КИСЛОТОЙ И МОДИФИЦИРОВАННОЙ НАТРИЕВЫМИ СОЛЯМИ¹

© 2020 г. S. Adipah^a, M. Takase^{b, *, **}

^a Department of Environmental Engineering and Science, Chongqing University, Chongqing, China

^b Department of Environmental Science, School of Biological Sciences, University of Cape Coast, Cape Coast, Ghana

*e-mail: fransil351@yahoo.com

**e-mail: mohammed.takase@ucc.edu.gh

Поступила в редакцию 08.07.2019 г.

После доработки 07.12.2019 г.

Принята к публикации 10.12.2019 г.

Исследована каталитическая переэтерификация метанолом масла семян тропического дерева *Parkia* с целью получения биодизельного топлива. В качестве твердого основания использована аттапульгитовая глина, обработанная HCl и затем функционализированная добавками C₄H₆O₄KNa и Na₂C₂O₄. Определение каталитической активности образцов аттапульгита, обработанных и затем функционализированных растворами C₄H₆O₄KNa различной концентрации, показало, что лучшие результаты получены с 4 М раствором C₄H₆O₄KNa. Раствор с такой концентрацией тартрата был выбран для модифицирования глины. Активность образцов, модифицированных 4 М раствором C₄H₆O₄KNa, сопоставлена с активностью катализаторов, обработанных 4 М раствором Na₂C₂O₄. Обе серии катализаторов были приготовлены методом пропитки. Катализаторы, прошедшие функционализацию, высушивание и прокаливание при 450°C в течение 4 ч, охарактеризованы следующими методами: титрованием с индикаторами Гаммета, измерением изотерм адсорбции азота, Фурье-ИК-спектроскопией, методом рентгеновской дифракции, сканирующей электронной микроскопией и термогравиметрическим анализом. Каталитическая активность аттапульгита, обработанного HCl и функционализированного 4 М раствором C₄H₆O₄KNa (4NK/HCl-Atta-4) была выше, чем у катализаторов других серий – обработанного HCl и функционализированного Na₂C₂O₄ (4NC/HCl-Atta-4) и обработанного только HCl (HCl-Atta-4, контрольный образец). Максимальные выходы биодизеля (94.7 и 92.2%) получены в присутствии образцов 4NK/HCl-Atta-4 и 4NC/HCl-Atta-4 соответственно. Эти результаты были достигнуты в следующих условиях: отношение метанол : масло = 9 : 1, навеска катализатора – 6 мас. %, температура реакции – 60°C, продолжительность реакции – 6 ч. Катализаторы сохраняли активность после повторного использования в течение пяти циклов. По качеству полученное биодизельное топливо соответствует стандартам США и Европейского Союза, и его можно рассматривать как альтернативу дизельному топливу.

Ключевые слова: аттапульгитовая глина, гетерогенные твердые катализаторы, масло семян дерева *Parkia*, биодизель, переэтерификация

DOI: 10.31857/S0453881120030016

¹ Полная версия статьи будет опубликована в “Kinetics and Catalysis” № 3, 2020.

Acid Treated Attapulgite Functionalized with Na-Compounds as Novel Bi-Functional Heterogeneous Solid Catalysts for Biodiesel Production

S. Adipah¹ and M. Takase², *, **

¹ Department of Environmental Engineering and Science, Chongqing University, Chongqing, China

² Department of Environmental Science, School of Biological Sciences, University of Cape Coast, Cape Coast, Ghana

*e-mail: fransil351@yahoo.com

**e-mail: mohammed.takase@ucc.edu.gh

In this study, catalytic transesterification of *Parkia* seed oil with methanol to biodiesel was studied. Attapulgite clay, treated with HCl and then functionalized with $C_4H_6O_4KNa$ and $Na_2C_2O_4$ was used as a solid base catalyst. Having screened the catalytic action of attapulgite treated with HCl and functionalized with $C_4H_6O_4KNa$ at different concentrations, 4 M solution $C_4H_6O_4KNa$ was chosen for the functionalization and the results were compared with data obtained with 4 M $Na_2C_2O_4$. Impregnation method was applied to prepare catalysts. Functionalized catalysts dried and calcined at 450°C for 4 h were characterized by Hammett indicators, nitrogen adsorption isotherms, Fourier transform infra-red spectroscopy, X-ray diffraction, scanning electron microscopy and thermogravimetric analyses. The performance of HCl treated attapulgite and functionalized with 4 M $C_4H_6O_4KNa$ (4NK/HCl-Atta-4) was superior both to HCl treated attapulgite functionalized with $Na_2C_2O_4$ (4NC/HCl-Atta-4) and to HCl treated attapulgite (HCl-Atta-4, reference). Maximum yields of biodiesels of 94.7 and 92.2% were obtained by using 4NK/HCl-Atta-4 and 4NC/HCl-Atta-4, respectively. The optimum reaction conditions were: ratio of methanol : oil = 9 : 1, catalyst amount – 6 wt %, and reaction temperature – 60°C, reaction time – 6 h. The catalysts preserved catalytic activity after 5 runs of reuse. The properties of the biodiesels were comparable with those required by American and European Union standards and they could be considered as a realistic alternative fuel to diesel.

Keywords: attapulgite, heterogeneous solid catalysts, *Parkia* oil, biodiesel, transesterification