

5. Юсевич А.И., Кузёмкин Д.В., Трусов К.И. Синтез и свойства пеков на основе тяжелой смолы пиролиза углеводородного сырья и асфальта пропановой деасфальтизации гудрона // Технология органических веществ : материалы 88-й науч.-технич. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 29 января – 16 февраля 2024 г. – Минск: БГТУ, 2024. – С. 207–210. – <https://elib.belstu.by/handle/123456789/65710>.

УДК 552.578.5:665.642.26

Трусов К.И., Юсевич А.И.,

(Белорусский государственный технологический университет)

Агабеков В.Е.

(Институт химии новых материалов НАН Беларуси)

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ЛИГНИНА НА ГИДРОКРЕКИНГ АСФАЛЬТА ПРИ КАТАЛИЗЕ НАНОДИСПЕРСНЫМИ СУЛЬФИДАМИ МЕТАЛЛОВ

Лигнин составляет примерно 25 % биомассы сосудистых растений и является весьма распространенным природным полимерным материалом. Наиболее крупнотоннажными промышленными источниками лигнина являются целлюлозно-бумажное и гидролизное производства, где он образуется как побочный продукт. Считается [1], что лигнин имеет большой потенциал как возобновляемое сырье для производства фенолов и ароматических углеводородов, а также может быть перспективным субстратом в многочисленных реакциях замещения, окисления, электрокаталитического присоединения и др. с целью получения эффективных дисперсантов и эмульгаторов, адгезивов и вяжущих, добавок к полимерам и полимерных композиционных материалов с новыми свойствами. Однако широкому использованию лигнина в качестве химического сырья препятствует ряд трудностей, связанных, главным образом, со сложной структурой его макромолекул и высокой реакционной способностью первичных продуктов их расщепления, склонных к реакциям конденсации и сшивки [2]. Поэтому в первую очередь представляют интерес технологии деполимеризации лигнина, не приводящие к образованию новых конденсированных структур.

Известен способ гидрокрекинга крафт-лигнина с получением фенола, бензола и их гомологов [3]. Процесс проводили при 340–450 °С, давлении водорода 3,5–17 МПа в реакторе с кипящим слоем алюмокобальтмолибденового или алюмоникельмолибденового катализатора. Выход продуктов гидрокрекинга составил (в мас. %): оксиды углерода – 5,7;

углеводородные газы C1–C5 – 27,3; жидкие углеводороды и фенолы фракции C6–260 °C – 60,2%; остаток >260 °C – 2,4. Несмотря на достижение практически полной конверсии лигнина в низкомолекулярные вещества, широкому промышленному внедрению процесса препятствовала дороговизна получаемых продуктов по сравнению с аналогичными продуктами традиционных процессов нефтепереработки и нефтехимии, что обусловлено не в последнюю очередь сравнительно малой мощностью установок химической переработки древесины и, как следствие, высокими удельными капитальными и эксплуатационными затратами. В этой связи представляется целесообразным изучить возможность гидрокрекинга лигнина совместно с тяжелыми нефтяными остатками на установках с кипящим или суспензионным слоем катализатора.

В публикуемой работе изучали гидрокрекинг смеси асфальта пропановой деасфальтизации гудрона ОАО «Нафтан» и лигнина гидролизного олеофильного марки S-Drill Block ООО «Синерджи-Ком» в реакторе автоклавного типа в присутствии наноразмерных сульфидов молибдена или никеля, полученных *in situ* из маслорастворимых прекурсоров. Условия процесса: содержание лигнина в смеси – 15 мас. %; дозировка металла катализатора – 0,1 мас. % на сырье; начальное давление водорода – 100 бар; рабочая температура – 420–430 °C; продолжительность – 2 ч. Выходы продуктов гидрокрекинга представлены в табл.

Таблица – Выход продуктов гидрокрекинга, мас. %, в расчете на загруженный асфальт

Наименование продукта	Сырье – асфальт		Сырье – асфальт + лигнин	
	MoS ₂	NiS	MoS ₂	NiS
Летучие вещества (C ₆ -)	30,0	32,5	42,4	43,6
Жидкий гидрогенизат, в т.ч. асфальтены*	67,6 4,6	64,1 5,1	71,9 6,3	69,1 6,3
Кокс	2,4	3,4	3,4	4,9

* Содержание асфальтенов в исходном асфальте – 9,7 мас. %.

Добавка лигнина к нефтяному сырью приводит к увеличению выхода целевых жидких продуктов гидроконверсии на 4,3–5,0 мас. %, однако в гидрогенизате увеличивается содержание асфальтенов на 1,2–2,0 мас. %. При этом растет выход газообразных продуктов деструкции на 11,0–12,1 мас. % и кокса на 1,0–1,5 мас. %. Дисульфид молибдена по сравнению с сульфидом никеля более активен в крекинге асфальтенов и подавлении коксообразования, что приводит к большему выходу гидрогенизата.

В целом показано, что совместный гидрокрекинг лигнина и тяжелых нефтяных остатков может выступать в качестве компромиссной

технологии, позволяющей получать углеводородные продукты из растительной биомассы с издержками, близкими к затратам на переработку традиционного нефтяного сырья.

Для отработки процесса в непрерывном режиме разработан проект пилотной проточной установки гидроконверсии смесового нефтяного и древесного сырья производительностью до 1 кг в час.

Работа выполнена в рамках Государственной программы научных исследований Республики Беларусь «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия».

ЛИТЕРАТУРА

1. Haz A., Jablonsky M., Surina I., Kačik F., Bubenikova T., Durkovic J. Chemical Composition and Thermal Behavior of Kraft Lignins // Forests. – 2019. – Vol. 10. – 483. – doi:10.3390/f10060483.
2. Wang H., Pu Y., Ragauskas A., Yang B. From lignin to valuable products – Strategies, challenges, and prospects // Bioresour. Technol. – 2019. – Vol. 271. – P. 449–461. – doi:10.1016/j.biortech.2018.09.072.
3. US 4420644A, 1983.

УДК 665.7

Дадаходжаев А.Т., Маннанов У.В., Эшмухамедов М.А.
(Ташкентский государственный технический университет
имени Ислама Каримова)

НЕФТЕГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ УЗБЕКИСТАНА

Недра Узбекистана обладают большими запасами углеводородного сырья. Около 60% территории республики являются потенциальными носителями нефти и газа. По состоянию на 2017 год, в пяти нефтегазовых регионах Узбекистана открыто 246 месторождений углеводородного сырья, из которых 66% – газовые, 20% – газонефтяные и нефтегазовые, 14% – нефтяные. Более 55% месторождений находятся в разработке, 40% подготовлены к освоению, на остальных продолжаются геолого-разведочные работы.

Ежегодно объем добычи углеводородного сырья из недр Земной коры растет на 5–10%. Вместе с ростом добычи целевых, жидких и газообразных углеводородов соответственно увеличивается и объем добываемых попутных, некондиционных горючих газов. При этом возрастают и объемы сжигаемых попутных горючих газов на факелах. Лишь в 2012 году снова вырос почти на 22%, составив по сравнению с