

УДК 662.74:552

## ПРИМЕНЕНИЕ НАНОГЕТЕРОГЕННЫХ МОЛИБДЕНСУЛЬФИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ПРИ ГИДРООБЛАГОРАЖИВАНИИ СМОЛЫ ПОЛУКОКСОВАНИЯ УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ШУБАРКУЛЬ

© 2020 г. Н. Т. Смагулова<sup>1,2,\*</sup>, Ж. К. Каирбеков<sup>1,\*\*</sup>, А. С. Малолетнев<sup>3,\*\*\*</sup>, Л. К. Кудреева<sup>1,2,\*\*</sup>,  
А. Н. Сабитова<sup>1,2,\*\*</sup>

<sup>1</sup> РГП Казахский национальный университет имени аль-Фараби, 050040 Алматы, Республика Казахстан

<sup>2</sup> ДГП НИИ новых химических технологий и материалов, 050012 Алматы, Республика Казахстан

<sup>3</sup> Горный институт НИТУ МИСИС, 119049 Москва, Россия

\*e-mail: nazym2011@inbox.ru

\*\*e-mail: zh\_kairbekov@gmail.com

\*\*\*e-mail: anstanmal@mail.ru

Поступила в редакцию 27.11.2019 г.

После доработки 31.01.2020 г.

Принята к публикации 30.03.2020 г.

Для интенсификации технологии переработки каменноугольной смолы полукоксования угля месторождения Шубаркуль (Республика Казахстан) выполнено исследование по ее гидрооблагораживанию в присутствии наногетерогенных молибденсульфидных каталитических систем (содержание Mo 0.025–0.12%), полученных *in situ* в каменноугольной смоле с добавками сульфидирующего агента – элементной серы в количестве 0.03–0.09 мас. % на сырье. Установлено, что эффективное содержание Mo в катализаторе составляет 0.025%, а количество серы – 0.03%, что позволяет при 5 МПа и 400°C получить максимальный выход суммарных жидких продуктов (76.8%), которые содержат преимущественно дизельные фракции.

Ключевые слова: каменноугольная смола, гидрооблагораживание, наногетерогенные молибденсульфидные каталитические системы

DOI: 10.31857/S0023117720040064

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных недостатков современных технологий каталитической гидрогенизации высокомолекулярного углеводородного сырья является применение гетерогенных катализаторов, которым присущи определенные проблемы, связанные с их дезактивацией под влиянием реакционной среды, сопровождающейся изменением текстуры катализатора, адсорбцией на их поверхности продуктов реакции и уменьшением доли активной поверхности, ее зауглероживанием, потерей механической прочности и др. В большинстве случаев вследствие сложности регенерации гетерогенных катализаторов срок их службы существенно сокращается.

В опубликованной литературе отмечается, что для переработки углей и тяжелых видов углеводородного сырья (угольных дистиллятов, тяжелых нефтей, битумов и нефтяных остатков) более эффективны катализаторы, вносимые в технологический процесс в форме высокодисперсных частиц, равномерно распределенных в объеме сырья [1, 2]. С точки зрения эффективности диспергирования в сырье наиболее перспективны

наногетерогенные катализаторы, получаемые *in situ* из прекурсоров в реакционной среде [3].

В качестве прекурсоров могут использоваться водо- [2, 4] и маслорастворимые [5] соединения переходных металлов. Чаще всего применяются монометаллические молибден- или вольфрамсодержащие прекурсоры, формирующие в углеводородной среде в присутствии сульфидирующего агента соответственно MoS<sub>2</sub> или WS<sub>2</sub>.

Гидрооблагораживание высокоароматических фракций и остатков в присутствии дисульфида молибдена, синтезированного *in situ* из водных растворов прекурсора, достаточно широко исследовано. Получены обширные данные о морфологии катализатора, возможностях его промотирования, оптимизирован состав эмульсий и т.д. [6–8].

В работе [9] были получены NoMoS- и CoMoS-катализаторы *in situ* в углеводородном сырье путем разложения биметаллических водорастворимых прекурсоров, каталитические свойства которых исследованы в реакциях гидрирования и гидрообессеривания модельных соединений. Модельное сырье представляло собой 10%-ные растворы бициклических ароматических углево-