

# **ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

## **INTERNATIONAL WORKSHOP**

**«Multiscale Biomechanics and Tribology  
of Inorganic and Organic Systems»**

## **МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«Перспективные материалы с иерархической структурой  
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,  
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ  
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

**«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»**

Томск  
Издательский Дом ТГУ  
2019

DOI: 10.17223/9785946218412/537

## ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ КОБАЛЬТА И НИКЕЛЯ В КАТАЛИЗАТОРАХ ГИДРООЧИСТКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДАЛЕНИЯ СЕРЫ И АЗОТА

<sup>1,2</sup>Лущикова А.Е., <sup>2</sup>Столярова Е.А., <sup>2</sup>Климов О.В., <sup>2</sup>Герасимов Е.Ю., <sup>2</sup>Ларина Т.В., <sup>2</sup>Чесалов Ю.А., <sup>2</sup>Носков А.С.

<sup>1</sup>Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр

«Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН», Новосибирск, Россия  
lae@catalysis.ru

Гидроочистка является одним из основных процессов нефтепереработки, при котором происходит удаление серо- и азотсодержащих примесей из топлива.

Данная работа направлена на изучение влияния соотношения Co и Ni в триметаллических катализаторах на физико-химические характеристики катализатора и конверсию процессов гидрообессеривания и гидродеазотирования, а также их сравнение с биметаллическими катализаторами.

Носителем являлся  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, предварительно приготовленный в виде экструдатов-трилистников диаметром 1,5 мм. На его основе были синтезированы CoNiMoP-катализаторы с различным атомным отношением Co:Ni: 1:0, 3:2, 1:1, 2:3 и 0:1 соответственно.

Удельная поверхность для всех катализаторов близка и в среднем равна 150 м<sup>2</sup>/г. Также высчитывалась доля эффективного объема пор диаметром 70-130 Å, где согласно литературным данным реакции гидрообессеривания проходят эффективнее всего [1]: для всех образцов она превысила 50%.

Катализаторы в виде фракции 0,5-0,25 мм были предварительно газофазно сульфидированы и испытаны в процессе гидроочистки модельной смеси следующего состава: 2500 ppm серы (дибензотиофен), 200 ppm азота (хинолин), 5 % мас. нафталина в ундекане. Условия проведения испытаний: T=270°C, P= 35 атм., объёмная скорость подачи сырья = 80 ч<sup>-1</sup>, отношение H<sub>2</sub>/сырьё = 500 нм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Для определения морфологии частиц активного компонента катализаторов использовались микрофотографии, полученные методом ПЭМВР. Для всех образцов средняя длина частиц составила - 2,3 нм, среднее число слоев в пакете -1,6, среднее число слоев на 100 нм<sup>2</sup> – 5,5. Методом ПЭМВР влияния соотношения Co и Ni на морфологию не выявлено.

По положению пиков на УФ- и Рамановских спектрах высушенных образцов установлено, что во всех катализаторах Mo находится в гексагональном окружении, Co<sup>2+</sup> в тетраэдрическом, а Ni<sup>2+</sup> имеет октаэдрическое окружение, что согласуется с литературными данными [1]. Смещение полос поглощения Co можно связать с взаимным влиянием электронных плотностей Ni и Co друг на друга. Исходя из этого предполагается образование гибридных CoNiMoS-фаз при последующем сульфидировании, подобных приведённым в статье [2].

Хроматографический анализ жидких продуктов показал увеличение конверсии дибензотиофена с увеличением количества Ni в катализаторе, достигая максимального показателя в 35% для CoNi(0:1)MoP/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Максимальное значение удаления азота в 71% у катализатора CoNi(1:0)MoP/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Такая разница конверсий серы и азота объясняется конкуренцией процессов гидрообессеривания и гидродеазотирования.

Был проведён расчёт констант скоростей гидрообессеривания дибензотиофена. Также посчитаны значения TOF исходя из результатов ПЭМВР и данных хроматографического анализа. Максимальная константа скорости реакции обессеривания дибензотиофена и максимальное значение TOF принадлежат CoNi(0:1)MoP/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

1. Lauritsen J.V., Kibsgaard J. et al. Location and coordination of promoter atoms in Co- and Ni-promoted MoS<sub>2</sub>-based hydrotreating catalysts // J. Catal. -2007. –V.249 –P.218–231.
2. Badoga S., Ganesan A., Dalai A.K., Chand S./Effect of synthesis technique on the activity of CoNiMo trimetallic catalyst for hydrotreating of heavy gas oil.// Catalysis Today.2017-V. 291. –P. 160-171.