**Реакция водяного газа как способ получения *in situ* водорода для гидрооблагораживания обводненного модельного сырья и нефтяных фракций с использованием дисперсных сульфидных катализаторов**

***Мустакимова Е.А., Вутолкина А.В.***

*Студент, 6 курс специалитета*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail:* [*rosmari21@mail.ru*](mailto:rosmari21@mail.ru)

Один из подходов к облагораживанию тяжелой нефти непосредственно при ее добыче – акватермолиз – предполагает закачку водяного пара с диспергированным металлсодержащим катализатором в условиях высокой температуры и давления [1]. В качестве катализаторов акватермолиза используются соединения на основе переходных металлов. Каталитические системы могут быть получены путем разложения водо-/нефтерастворимых предшественников *in situ*. Такие катализаторы также активны в условиях реакции водяного газа (взаимодействия монооксида углерода и воды с образованием водорода и углекислого газа). В этой связи вода из сырья может рассматриваться как источник водорода *in situ* для гидрогенизационных процессов и способствовать не только разрыву гетероатомных связей, но и насыщению кратных C-С, в т.ч. ароматических [2,3]. Важным вопросом остается состав газообразных продуктов и механизм превращений углеводородов в условиях реакции водяного газа.

В работе проведено гидрооблагораживание высокосернистой нефти и вакуумного газойля c содержанием серы до 2.8 масс. % с использованием дисперсных сульфидных Ni-Mo катализаторов в условиях реакции водяного газа: 380–400 ℃, P(CO) = 5 МПа. При этом удалось удалить до 30% серы из сырья. Вместе с тем в очищенном газойле увеличивается массовая доля низкокипящей фракции (до 350℃). Изучена зависимость состава смеси продуктов в газовой фазе от условий реакции водяного газа: показано, что в эксперименте без модельного ароматического/серосодержащего субстрата, но с растворителем и элементной серой основной побочный продукт в газовой фазе – метан (20% газовой смеси), что указывает на протекание сопутствующего процесса метанирования CO. Установлена взаимосвязь продуктов побочных реакций и растворителя – в случае *н*-пентадекана в продуктах реакции преобладают продукты гидрокрекинга растворителя (до 17% пропана в условиях: 360 ℃, P(CO) = 5 МПа, t = 4 ч в присутствии катализатора). Предложен механизм взаимодействия водорода, полученного *in situ*, с субстратом и растворителем модельной смеси.

Таким образом, было проведено сравнение эффективности предложенного метода с существующими подходами к очистке реального сырья; установлены ключевые побочные реакции, протекающие в условиях реакции водяного газа. Полученные результаты позволят совершенствовать предложенную систему и использовать ее в качестве метода предочистки при добыче нефтяного сырья.

*Исследование выполнено в рамках государственного задания № 121031300092-6 «Нефтехимия и катализ. Рациональное использование углеродсодержащего сырья».*

**Литература**

1. Aliev F.A. et al. In-situ heavy oil aquathermolysis in the presence of nanodispersed catalysts based on transition metals // Processes. 2021. Vol. 9, № 1. P. 1–22.

2. Baigildin I.G. et al. Hydrogen Separation from Gas Mixtures by Its Chemical Storage via Hydrogenation of Aromatic Compounds over Dispersed Ni–Mo–Sulfide Catalysts // Pet. Chem. 2023. Vol. 63, № 6. P. 674–682.

3. Mustakimova E.A. et al. Simultaneous hydrotransformation of aromatics and sulfur compounds over unsupported NiMoS catalysts under water gas shift reaction conditions // Fuel. Elsevier Ltd, 2025. Vol. 384, № November 2024. P. 1–3.