

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 6, Number 408 (2014), 37 – 43

THE HYDROPROCESSING TETRADECANE AND DIESEL OIL FRACTIONS ON THE MODIFIED ZEOLITE-CONTAINING CATALYSTS

B. Tuktin, M. Jedelhan, E. Jandarov, L.B. Shapovalova

Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry of D. V. Sokolsky, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: ioce.kz@gmail.com

Keywords: tetradecane, zeolite, catalyst, diesel oil, the hydroprocessing.

Abstract. It was investigated the hydroprocessing of model compound (tetradecane) and diesel oil fractions on the modified zeolite containing catalysts. It was established greatest decrease the freezing temperature observed on the catalyst CGR-8. After hydrotreating diesel fraction on the catalyst CGR-8 diesel fuel pour point decreased from minus 27 to minus 58 ° C, the sulfur content is decreased from 0.141 to 0.061% , the yield of the liquid phase is equal to 91.1%.

УДК 541.128.665

ГИДРОПЕРЕРАБОТКА ТЕТРАДЕКАНА И ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ НЕФТИ НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Б. Туктин, М. Жеделхан, Е. Жандаров, Л. Б. Шаповалова

Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: тетрадекан, цеолит, дизельное топливо, катализатор, гидропереработка.

Аннотация. Исследован процесс гидропереработки модельного соединения (тетрадекан) и дизельной фракции нефти на модифицированных цеолитсодержащих катализаторах группы КГИ. Установлено, что наибольшее снижение температуры застывания наблюдается на катализаторе КГИ-8. После гидропереработки дизельной фракции на катализаторе КГИ-8 температура застывания дизельного топлива понижается от минус 27 до минус 58°С, содержание серы на уменьшается от 0,141 до 0,061%, выход жидкой фазы равен 91,1%.

В настоящее время свыше 90% нефтехимических процессов осуществляют с использованием катализаторов. Дальнейшая интенсификация производства зависит от создания новых, более активных и селективных катализаторов. Разработка новых поколений катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья необходима для создания новых прорывных технологий в этой области. Существующие промышленные катализаторы переработки нефтяных фракций в Казахстане и странах СНГ не удовлетворяют возросшим требованиям к качеству моторных топлив. Наблюдается постоянная тенденция ужесточения экологических характеристик моторных топлив. Согласно международным стандартам, требуется существенное ограничение содержания серы, ароматических и олефиновых углеводородов в дизельном топливе и бензине [1-5].

Для получения высококачественных моторных топлив из сернистых, парафинистых нефтей применяют каталитические процессы гидропереработки: гидроочистка, гидроизомеризация и гидрирование. Для увеличения объема производства нефтепродуктов, расширения их ассортимента

и улучшения качества необходимы изменения существующей технологии переработки нефти с использованием высокоэффективных катализаторов. В связи с этим создание новых высокоэффективных катализаторов гидрооблагораживания дизельных фракции весьма актуально.

В данной работе представлены результаты исследования процесса гидропереработки тетрадекана и дизельной фракции нефти на модифицированные цеолитсодержащие катализаторы группы КГИ. Исследовано влияние природы компонентов активной фазы катализатора и условий проведения процесса на степень превращения сырья и основные характеристики получаемого обогороженного дизельного топлива (массовая доля серы, температура застывания и температура помутнения).

Экспериментальная часть

Модифицированные цеолитсодержащие катализаторы КГИ-1 ($\text{NiO-MoO}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-M}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3\text{-60\% ZSM-5}$), КГИ-2 ($\text{CoO-MoO}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-M}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZSM-5}$), КГИ-3($\text{CoO-WO}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-M}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZSM-5}$), КГИ-8($\text{NiO-MoO}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-M}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3\text{-30\% ZSM-5}$), КГИ-9 ($\text{NiO-MoO}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-M}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3\text{-30\% ZSM-5}$), М = редкоземельный элемент, готовили пропиткой смеси гидроксида алюминия и цеолита водными растворами нитрата никеля (кобальта), парамолибдата аммония и введением модифицирующих добавок. После формования проводились сушка катализаторов при 150°C и прокаливание при 550°C в течение 5 часов. Катализаторы испытаны в процессах гидропереработки тетрадекана и дизельной фракции нефти на проточных установках со стационарным слоем катализатора при $320\text{-}400^\circ\text{C}$, давлении $0,8\text{-}3,0$ МПа, объемной скорости подачи сырья 2 ч^{-1} .

Угледородный состав продуктов реакции анализировали на хроматографах «Хроматэк-Кристалл», «Хром-5». Анализ содержания серы в исходном сырье и продуктах, определение температуры застывания и помутнения проводились в ТОО «Oilsert International» (г. Алматы).

Структура и состояние активных центров катализаторов исследованы с помощью электронной микроскопии в сочетании с дифракцией электронов на приборе Дрон-1.

Результаты и обсуждение

Тетрадекан является модельным углеводородом, представляющим собой алкан, входящий в состав дизельной фракции нефти. В связи с этим было изучено превращение тетрадекана на разработанных модифицированных цеолитсодержащих катализаторах при варьировании технологических параметров процесса

При переработке тетрадекана на катализаторах КГИ -1 (таблица 1) конверсия растет от 41,8 до 91,5 % при повышении температуры от 320 до 400°C . Выход жидких продуктов колеблется в пределах 50,5-78,7%. В продуктах обнаружены алканы (43,2-72,2%), изоалканы (до 27,7%), олефины (до 4,2%), ароматические и нафтеновые углеводороды (до 20,3 и 6,1% соответственно).

Таблица 1 – Гидропереработка тетрадекана на КГИ-1 при 0,8 МПа

Продукты в жидкой фазе, %	Т, °С			
	320	350	380	400
Парафины	72,2	53,3	50,1	43,2
Изо- алканы	14,4	20,1	25,1	27,7
Олефины	3,1	3,7	4,2	3,9
Ароматические углеводороды	7,5	20,3	14,5	20,1
Нафтеновые углеводороды	2,8	2,6	6,1	5,1
Выход газовой фазы	21,3	30,0	30,7	49,5
Выход жидкой фазы	78,7	70,0	69,3	50,5
Конверсия	41,8	75,4	87,8	91,5

Таблица 2 – Гидропереработка тетрадекана на КГИ-2 при 0,8 МПа

Продукты в жидкой фазе, %	Т, °С			
	320	350	380	400
Парафины	74,2	66,5	57,1	50,2
Изо- алканы	12,9	14,1	17,4	22,3
Олефины	2,9	3,2	3,7	2,8
Ароматические углеводороды	5,5	11,8	17,3	18,3
Нафтенновые углеводороды	4,5	4,4	4,5	6,4
Выход газовой фазы	7,7	12,0	36,7	55,9
Выход жидкой фазы	92,3	88,0	63,3	44,1
Конверсия	41,2	48,7	71,5	74,5

При гидропереработке н-тетрадекана на катализаторе КГИ-2 с повышением температуры от 320 до 400°С степень его конверсии возрастает от 41,2 до 74,5% (таблица 2). С ростом температуры выход жидкой фазы снижается с 92,3 до 44,1%.

На катализаторе КГИ-2 при 320°С основными продуктами являются изоалканы (12,9), н-алканы (74,2), ароматические углеводороды (5,5), олефины (2,9), нафтенновые углеводороды (4,5%). С повышением температуры до 400°С происходит рост выхода изоалканов и ароматических углеводородов до 22,3 и 18,3 % соответственно. Содержание олефиновых и нафтенновых углеводородов меняется незначительно. При этом в составе продуктов реакции увеличивается выход легких C₁-C₄ углеводородов с 7,7 до 55,9%, что связано с усилением реакции гидрокрекинга тетрадекана.

При гидропереработке тетрадекана наибольший выход изоалканов наблюдается на катализаторах КГИ-3, КГИ-8 при 400°С (таблицы 3, 4). На катализаторе КГИ-3 с ростом температуры при P=0,8 МПа происходит резкое увеличение выхода изо-алканов с 16,0 до 36,3%. В отличие от КГИ-1 и КГИ-2 на катализаторе КГИ-3 в этих условиях конверсия тетрадекана выше. Качественный состав образующихся соединений аналогичен наблюдаемому на КГИ-1, а количественный состав определяется природой модифицирующей добавки.

При превращении тетрадекана на катализаторе КГИ-9, приготовленным ступенчатым методом, в продуктах реакции обнаружены C₄-C₁₄-изоалканы, C₁-C₁₄ н-алканы, ароматические и нафтенновые углеводороды (таблица 5). В отличие от других разработанных катализаторов, при проведении процесса на КГИ-9 в продуктах реакции олефиновые углеводороды образуются в небольших количествах. С ростом температуры процесса от 320 до 400°С происходит увеличение конверсии тетрадекана от 38,8 до 83,4%, изоалканов – с 13,4 до 30,5%, ароматических углеводородов – от 6,2 до 19,2%, содержание нафтеннов составляет 3,0-2,3%. При повышении температуры значительно увеличивается выход газообразных углеводородов. Наибольшее количество C₁-C₄-углеводородов (43,4%) обнаружено при гидропереработке при 400°С.

Таблица 3 – Гидропереработка тетрадекана на КГИ-3 при 0,8 МПа

Продукты в жидкой фазе, %	Т, °С			
	320	350	380	400
Парафины	66,9	63,2	58,6	47,7
Изо-алканы	16,0	23,8	27,3	36,3
Олефины	2,7	3,3	3,7	4,0
Ароматические углеводороды	5,1	5,7	6,9	6,3
Нафтенновые углеводороды	9,3	4,0	3,5	5,7
Выход газовой фазы	7,5	13,3	18,7	25,5
Выход жидкой фазы	92,5	86,7	81,3	74,5
Конверсия	54,3	56,8	74,0	92,0

Таблица 4 – Гидропереработка тетрадекана на КГИ-8 при 3,0 МПа

Продукты в жидкой фазе, %	Т, °С			
	320	350	380	400
Парафины	75,0	60,8	50,1	37,4
Изо-алканы	17,1	24,2	28,5	37,7
Олефины	2,2	2,5	2,9	2,6
Ароматические углеводороды	3,7	8,9	14,8	15,7
Нафthenовые углеводороды	2,0	3,6	3,7	6,6
Выход газовой фазы	12,0	27,0	39,0	49,0
Выход жидкой фазы	88,0	73,0	61,0	51,0
Конверсия	35,0	37,0	71,0	84,0

Таблица 5 – Гидропереработка тетрадекана на КГИ-9 при 3,0 МПа

Продукты в жидкой фазе, %	Т, °С			
	320	350	380	400
Парафины	76,9	68,4	52,8	46,8
Изо-алканы	13,4	18,7	26,9	30,5
Олефины	0,5	0,7	0,9	1,2
Ароматические углеводороды	6,2	8,9	16,4	19,2
Нафthenовые углеводороды	3,0	3,3	3,0	2,3
Выход газовой фазы	13,8	16,9	34,7	43,4
Выход жидкой фазы	86,2	83,1	65,3	56,6
Конверсия	38,8	55,6	72,3	83,4

В целом, для всех изученных катализаторов с ростом температуры реакции степень конверсии тетрадекана возрастает. При этом повышается содержание C_1 - C_4 -алканов. Анализ результатов, полученных при превращении тетрадекана, свидетельствуют о том, что разработанные модифицированные цеолитсодержащие катализаторы КГИ-1, КГИ-2, КГИ-3, КГИ-8, КГИ-9 проявляют полифункциональные свойства и одновременно проводят реакции изомеризации n -алканов, дегидрирования, дегидроциклизации с получением ароматических углеводородов.

Катализаторы КГИ-3, КГИ-8 испытаны в процессе гидропереработки дизельной фракции нефти (таблица 6). С ростом температуры процесса до 400°С содержание серы на катализаторе КГИ-8 уменьшается от 0,141 до 0,061%, на КГИ-3 – до 0,08%.

Таблица 6 – Гидроочистка и гидроизомеризация дизельной фракции на катализаторах КГИ-3 и КГИ-8 при 3,0 МПа

Катализатор	Температура процесса, °С	Массовая доля серы, %	Температура застывания, °С	Температура помутнения, °С	Выход, %
Исходная дизельная фракция		0,141	- 27	–	
КГИ-3	380	0,07		–	91,7
	400	0,08	- 55		89,3
КГИ-8	320	0,109	- 45	- 40	96,8
	350	0,098	- 54	- 48	94,5
	380	0,061	- 55	- 52	92,5
	400	0,059	- 58	- 58	91,1

Температура застывания дизельной фракции после ее гидропереработки на катализаторах КГИ-3 и КГИ-8 снизилась на 18-31°С по сравнению с исходным сырьем. Наибольшее снижение

температуры застывания наблюдается на катализаторе КГИ-8. После гидропереработки дизельной фракции при 400°C на этом катализаторе температура застывания дизельного топлива понижается до минус 58°C, выход жидкой фазы равен 91,1%. Изучение процесса гидропереработки дизельной фракции на катализаторах КГИ показало, что одновременно протекают реакции гидроочистки, гидроизомеризации и гидрокрекинга. Например, после гидропереработки дизельной фракции нефти на катализаторе КГИ-3 при 400°C содержание серы снижается от 0,141 до 0,075%, а температура застывания меняется от минус 27 до минус 55°. На катализаторе КГИ-8 уже при 380°C содержание серы уменьшается с 0,141 до 0,070%, температура застывания снижается от минус 27 до минус 55°C.

Исходная дизельная фракция характеризуется большим содержанием н-алканов, которые застывают при более высоких температурах, по сравнению с их разветвленными аналогами. При гидропереработке дизельных фракций на полифункциональных катализаторах КГИ в результате реакции гидроизомеризации н-алканов и частичного гидрокрекинга высокомолекулярных углеводородов температура застывания понижается до минус 58°C. Степень гидрокрекинга сырья до C₁-C₄-углеводородов невелика и составляет 3,2-8,9%. Остаточное содержание серы при 400°C составляет 0,08-0,059%. Зимние сорта дизельного топлива, полученные при переработке дизельной фракции нефти на катализаторах КГИ, имеют температуры застывания минус 45-58°C и являются экологически чистыми. Присутствие изоалканов и ограниченное содержание ароматических и олефиновых углеводородов положительно влияет на качество дизельного топлива – снижается температура застывания и помутнения, дымность и др.

Физико-химические характеристики новых цеолитсодержащих алюмооксидных катализаторов группы КГИ (КГИ-1, КГИ-2, КГИ-3, КГИ-8, КГИ-9), модифицированных металлами с переменной валентностью (никель, кобальт, вольфрам, цирконий) и фосфором, исследованы с помощью комплекса физико-химических методов: электронная микроскопия, БЭТ (таблица 7).

Таблица 7 – Состав катализаторов и способ их приготовления

Катализатор	Состав	Способ приготовления	S, м ² /г
КГИ-1	Ni-Mo-P-M/Al ₂ O ₃ +60%ZSM	Совместная пропитка	323,6
КГИ-2	Co-Mo-P-M/Al ₂ O ₃ +60%ZSM	То же	335,2
КГИ-3	W-Co-P-M/Al ₂ O ₃ +60%ZSM	«	277,0
КГИ-8	Ni-Mo-P-M/Al ₂ O ₃ +30%ZSM	«	294,5
КГИ-6	Co-Mo-P-M/Al ₂ O ₃ +30%ZSM	«	272,5
КГИ-7	Co-W-Zr/Al ₂ O ₃ +30%ZSM	«	258,3
КГИ-9	Ni-Mo-P-M/Al ₂ O ₃ +30%ZSM	Ступенчатая пропитка	145,6

С помощью метода БЭТ показано, что удельная поверхность катализаторов группы КГИ колеблется в пределах 272,5–335,2 м²/г, за исключением катализатора КГИ-9. Величина его поверхности наименьшая – 145,6 м²/г.

Природа компонентов сложных полиметаллических катализаторов гидропереработки углеводородов оказывает существенное влияние на дисперсность и состояние активных центров. На поверхности Co-Mo-P-M/Al₂O₃+60%ZSM катализатора (где М = редкоземельный элемент) преобладают образования с d ≈ 4,0-6,0 нм, состоящие из AlM₃, Co₂O₃, Co₂SiO₃, M₆O₁₁ (рисунок 1).

Кобальт образует на поверхности единичные структуры металлического Co⁰ с d ≈ 2,5 нм. Кроме того обнаружены: скопления (d ≈ 15,0 нм) мелких (d ≈ 2,5 нм) частиц CoSi, CoSi₂, MoPCo₂; частицы пластинчатого типа (d ≈ 15,0 нм), состоящие из MoPCo₂Si, CoO, Mo₃Si; полупрозрачные структуры (d ≈ 2,5 нм) MoO(OH)₂, Co₂O₃, MoP₂, Co₃Al₃Si₄, SiP₂O₇; скопления частиц с d ≈ 6,0-10,0 нм, в состав которых входят MP, MoO₃, Mo₃Si.

С применением электронной микроскопии исследован Ni-Mo-P-M/Al₂O₃+30%ZSM, синтезированный путем одновременной (КГИ-8) и ступенчатой (КГИ-9) пропиткой. Установлено, что на поверхности катализатора КГИ-8 преобладают высокодисперсные структуры AlNi, Ni₂O₃, Mo₃O₅, Mo₅Si₃ с d ≤ 2,0 нм. Имеются равномерно расположенные небольшие скопления частиц

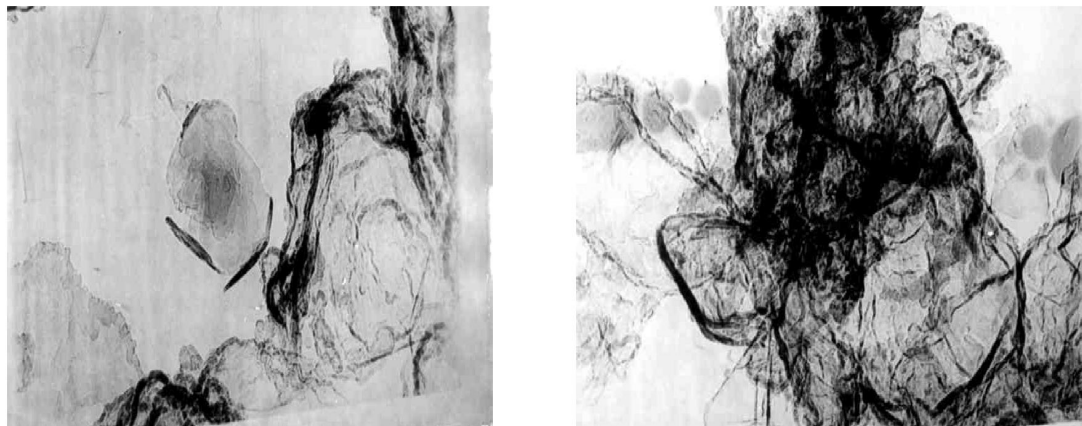


Рисунок 1 – Электронно-микроскопические снимки Co-Mo-P-M/Al₂O₃+ZSM (КГИ-2), приготовленного совместной пропиткой

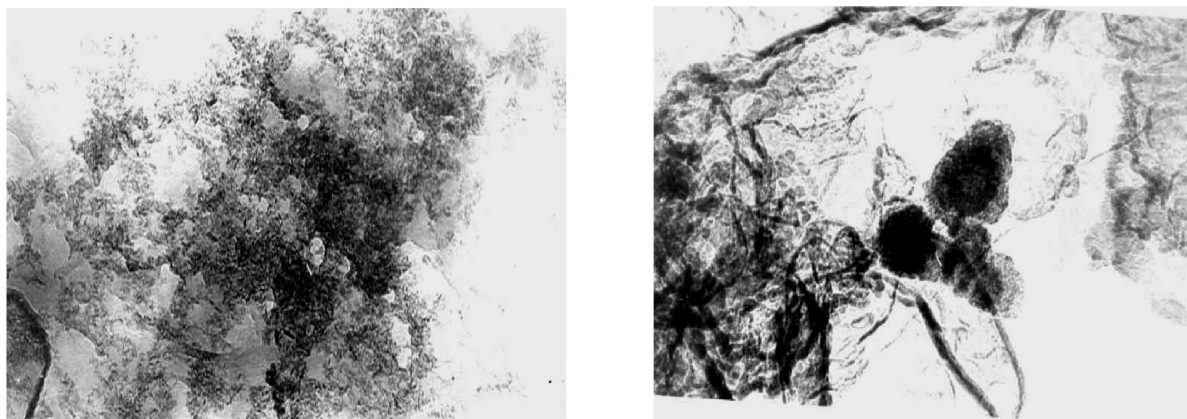


Рисунок 2 – Электронно-микроскопические снимки Ni-Mo-P-M/Al₂O₃+30%ZSM (КГИ-8), приготовленного совместной пропиткой

MoNiSi, Ni₂O₃, MoSi₂, M₆ O₁₁ с $d \gg 6,0-10,0$ нм. Кроме того, окисленные состояния никеля Ni₂O₃ образуют единичные островки, размер которых колеблется от 5,0 до 10,0 нм (рисунок 2).

Поверхность катализатора КГИ-9, приготовленного методом ступенчатой пропитки, более неоднородна по сравнению с КГИ-8 (рисунок 3).

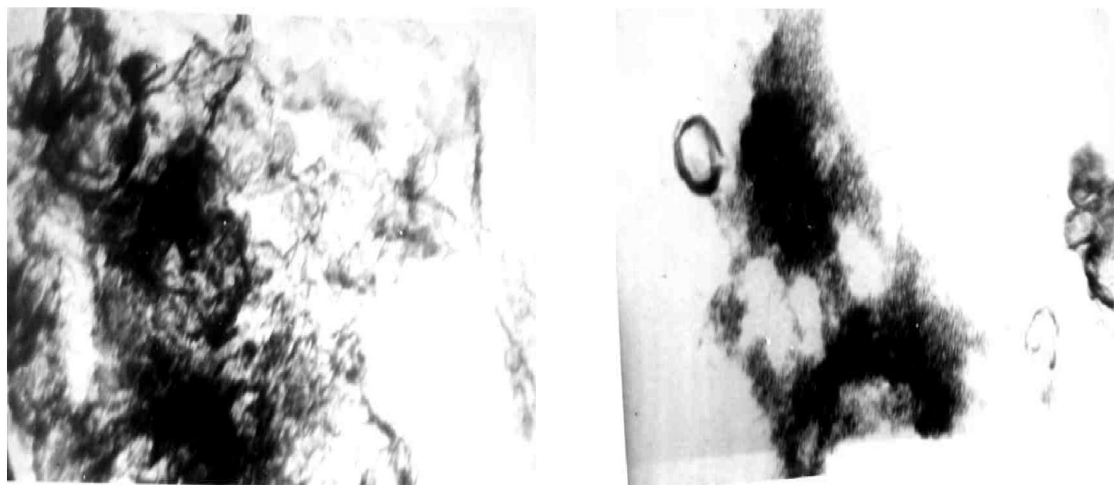


Рисунок 3 – Электронно-микроскопические снимки Ni-Mo-P-M/ Al₂O₃+ZSM (КГИ-9), приготовленного методом ступенчатой пропитки.

Так, обнаружены плотные крупные агрегаты, по краю которых располагаются частицы с $d \approx 10,0-15,0$ нм, состоящие $\text{Mo}_5\text{O}_7(\text{OH})_2$, MoO_3 , NiMoO_4 , NiOOH , AlM_3 , MP и M^0 (где M = редкоземельный элемент), MoNiP , Ni_2O_3 . Имеются многочисленные рыхлые образования с $d = 3,0-5,0$ нм, идентифицированные как смесь фаз Mo_3O_5 , Mo_5Si_3 , M_6O_{11} , Al_3Ni , Ni_2O_3 , MP_2 и скопления частиц с $d = 3,5-4,0$ нм, состоящие из AlNi_2Si и Mo_3O_5 .

Необходимо отметить, что исследования методом электронной микроскопии показали, что частицы на поверхности катализаторов КГИ являются высокодисперсными. В зависимости от природы металла-модификатора, количества вводимого цеолита и способа приготовления их размер колеблется от 2,0 до 10,0-20,0 нм. Для всех катализаторов группы КГИ характерно внедрение металлов-модификаторов в структуру матрицы с образованием AlM_3 , CoSi , CoSi_2 , MoPCo_2Si , $\text{Co}_3\text{Al}_3\text{Si}_4$, Mo_3Si , Co_2Si , Mo_5Si_3 , AlNi , MoNiSi , MoSi_2 , AlNi_2Si , AlCo_2Zr , $\text{W}(\text{Si},\text{Al})_2$ и др. Эти структуры могут функционировать как льюисовские кислотные центры. А фосфорсодержащие центры SiP_2 , MP_2 , MoNiP , MP и Co_2P также являются достаточно сильными кислотными центрами [6]. Модифицирование катализаторов приводит к образованию высокодисперсных гетероядерных кластеров сложного состава, активных в реакциях гидроочистки и гидроизомеризации дизельных фракции нефти [2, 7].

Таким образом, модифицирование металлами с переменной валентностью позволяет регулировать гидроизомеризующую, гидрообессеривающую и гидрокрекирующую активность катализаторов при гидропереработке дизельной фракции нефти и дает возможность получать малосернистое низкосажающее дизельное топливо.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Смирнов В.К., Ирисова К.Н., Талисман Е.Л. Новые катализаторы гидрооблагораживания нефтяных фракций и опыт их эксплуатации // Катализ в промышленности. – 2003. – № 2. – С. 30-36.
- [2] Нефедов Б.К. Технологии и катализаторы глубокой гидроочистки моторных топлив для обеспечения требований нового стандарта Евро-4 // Катализ в промышленности. – 2003. – № 2. – С. 20-27.
- [3] Ирисова К.Н., Талисман Е.Л., Смирнов В.К. Проблемы производства дизельных топлив // Химия и технология топлив и масел. – 2003. – № 1-2. – С. 21-24.
- [4] Зуйков А.В., Чернышева Е.А., Хавкин В.А. Особенности гидрирования полициклических ароматических углеводородов в условиях получения низкосернистого дизельного топлива процессом гидроочистки // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2012. – № 5. – С. 23-27.
- [5] Файрузов Д.Х., Файрузов Р.Х., Ситдикова А.В., Баулин О.А., Рахимов М.Н. Производство сверхмалосернистого дизельного топлива // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2009. – № 6. – С. 12-18.
- [6] Паукштис Е.А. Инфракрасная спектроскопия в гетерогенном кислотно-основном катализе. – Новосибирск: Наука, 1992. – 225 с.
- [7] Стахеев А.Ю., Ткаченко О.П. Структура металнанесенных катализаторов по данным рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии // Журнал физической химии. – 1998. – № 2. – С. 2118-2128.

REFERENCES

- [1] Smirnov V.K., Irisova K.N., Talisman E.L. *Catalysis in industry*. **2003**, 2, 30-36 (in Russ).
- [2] Nefedov B.K. *Catalysis in Industry*. **2003**, 2, 20-27 (in Russ).
- [3] Irisova K.N., Talisman E.L., Smirnov V.K. *Chemistry and technology of fuels and oils*. **2003**, 1-2, 21-24 (in Russ).
- [4] Zuykov A.V., Chernyshev E.A., Khavkin V.A. *Refining and Petrochemicals*. **2012**, 5, 23-27 (in Russ).
- [5] Fairuz D.H., Fairuz A.D., Sidiqova A.V., Baulin O.A., Rakhimov M.N. *Refining and Petrochemicals*. **2009**, 6, 12-18 (in Russ).
- [6] Paukshtis E.A. *Infrared spectroscopy in heterogeneous acid-base catalysis*. *Novosibirsk: Nauka*, **1992**, 225 (in Russ).
- [7] Staheev A., Tkachenko O.P. *Journal of Physical Chemistry*. **1998**, 2, 2118-2128 (in Russ).

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ЦЕОЛИТ-СОУСЛАВКИ КАТАЛИЗАТОРОВ ДИЗЕЛЬНОЙ ФРАКЦИИ И ТЕТРАДЕКАНЫ ГИДРООЧИСТКИ

Б. Туктин, М. Желделхан, Е. Жандаров, Л. Б. Шаповалова

Д. В. Сокольский атындағы органикалық катализ және электрохимия институты, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: тетрадекан, цеолит, катализатор, дизель отыны, гидроочистка.

Аннотация. КГИ тобындағы модифицированые цеолит-соуславки катализаторларда мұнайдың дизель фракциясын және моделді қосылыс (тетрадеканы) гидроочистка процесінде зерттелді. КГИ-8 катализаторында кату температурасының төмендеуі ең көп мөлшерде анықталды. Дизель фракциясын КГИ-8 катализаторында гидроочисткадан кейін дизель отынының кату температурасы минус 27°C-тан минус 58°C-қа дейін төмендеді, күкірттің мөлшері 0,141%-дан 0,061%-ға дейін төмендеді, сұйық фазаның шығымдылығы 91,1%.

Поступила 11.11.2014г.