

NEWS

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

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 422 (2017), 110 – 117

UDC 544.33; 544.34

Zh.S.Akhmetkarimova¹, Z.M. Muldakhmetov¹, M.G. Meyramov¹,
A.T. Ordabaeva¹, Zh.H. Muldakhmetov¹, M.I. Baikenov², A.M. Dyusekenov²

¹Institute of organic synthesis and coal chemistry of the Republic of Kazakhstan, Karaganda

²Academician E.A.Buketov Karaganda state university, Karaganda, Kazakhstan

E-mail: zhanarnf@mail.ru, myrzabek_b@mail.ru

HYDROGENATION OF ANTHRACENE IN THE PRESENCE COMPOSITE CATALYSTS

Annotation. Due to rising oil prices gets practical value of the fuel and chemical products from coal and the appointment of heavy oils, it can be considered as one of the promising areas in the energy and petrochemical industry of the near future. Production of liquid fuel from solid fuels is reduced to molecular degradation of the feedstock, increasing the relative content of hydrogen, removal of oxygen, nitrogen, sulfur and mineral ash. The hydrocarbon feedstock consists of condensed aromatic hydrocarbons and other high-molecular compounds are a complex mixture of organic and mineral substances. In such systems it is quite difficult to describe the mechanism of the process of the activity and selectivity of selected catalysts. Model compounds (anthracene, phenanthrene, pyrene, naphthalene, and others.) facilitate the process of learning, depending on the reactivity of the chemical structure of substances as the organic fragments may represent a primary weight of coal tar and its fractions. The results of the hydrogenation model mixture (anthracene-benzothiophene), and the calculations of kinetic and thermodynamic parameters of the process. The results of the hydrogenation of the model anthracene compound. Thus, this article shows the process of hydrogenation of polyaromatic compounds, anthracene, in the presence of the synthesized composite catalysts based on Group VIII elements. In the process of hydrogenation of linear polyaromatic compound, anthracene, in the presence of a zeolite carrier, impregnated with finely divided iron and cobalt-containing additives, it can be stated that the synthesized cobalt-based catalyst shows high activity in hydrogenation processes hydro destruction object of study.

Key words: hydrogenation, anthracene, composite catalysts, cobalt, iron.

УДК 544.33; 544.34

Ж.С. Ахметкаримова¹, З.М. Мулдахметов¹, М.Г. Мейрамов¹,
А.Т. Ордабаева¹, Ж.Х. Мулдахметов¹, М.И. Байкенов², А.М. Дюсеменов²

¹Институт органического синтеза и углехимии РК, г. Караганды, Казахстан;

²Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова, г. Караганды, Казахстан

ГИДРИРОВАНИЕ АНТРАЦЕНА В ПРИСУТСТВИИ КОМПОЗИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Аннотация. В связи с неуклонным ростом цен на нефть практическое значение приобретает получение продуктов топливного и химического назначения из угля и тяжелых нефтей, что может рассматриваться как одно из перспективных направлений в энергетике и нефтехимической промышленности ближайшего будущего. Получение жидких топлив из твердых горючих ископаемых сводится к разрушению молекул исходного сырья, увеличению относительного содержания водорода, удалению кислорода, азота, серы и зольных минеральных веществ. Углеводородное сырье состоит из конденсированных ароматических углеводородов и других высокомолекулярных соединений, является сложной смесью органических и минеральных веществ. В таких системах достаточно сложно описать механизм процесса активности и селективности выбранных

катализаторов. Модельные соединения (антрацен, фенантрен, пирен, нафталин и др.) облегчают процесс изучения зависимости реакционной способности от химического строения веществ, так как фрагментарно могут представить органическую массу первичной каменноугольной смолы и ее фракции. В работе представлены результаты гидрогенизации модельного соединения антрацен. Тем самым, в данной статье представлен процесс гидрирования полиароматического соединения, антрацена, в присутствии синтезированных композитных катализаторов на основе элементов VIII группы металлов. В процессе гидрирования линейного полиароматического соединения, антрацена, в присутствии цеолитного носителя, импрегнированных высокодисперсными железо- и кобальтсодержащими добавками, можно констатировать, что синтезированный катализатор на основе кобальта проявляет высокую активность в процессах гидрирования, гидродеструкции объекта исследования.

Ключевые слова: гидрогенизация, антрацен, композитные катализаторы, кобальт, железо.

Химические процессы, в которых под давлением водорода осуществляются преобразования полиароматических углеводородов, составляющие фрагменты органической массы угля и тяжелых углеводородов, играют важнейшую роль не только в нефтехимической, углехимической промышленности, но по масштабам использования будут занимать одно из ведущих мест среди каталитических химических процессов. Все более очевидным становится тот факт, что особый интерес для решения ряда технических задач переработки топлива представляют полиароматические углеводороды.

Процесс гидрогенизации протекает при участии катализаторов, ускоряющих реакции гидрирования. Катализаторы гетерогенного гидрирования – обычно многокомпонентные каталитические системы на основе переходных металлов VIII группы (Fe, Ni, Co, Mo), а также их оксидов или сульфидов. Нанесенные оксидные катализаторы гидрирования, применяемые обычно для гидрирования в газовой фазе, получают осаждением гидроксидов металлов из растворов их солей на пористый носитель или пропиткой последнего раствором соли активного компонента, затем следует сушка и восстановление.

Пористые катализаторы, применяемые обычно для гидрирования в жидкой фазе, готовят выщелачиванием сплавов, содержащих активный в реакции гидрирования металл, например Ni, Co, Fe, и др [1].

Наибольшее распространение такие катализаторы гидрирования получили в нефтеперерабатывающей промышленности в процессах гидроочистки и гидрообессеривания нефтяных фракций и остатков, гидрокрекинга, каталитического риформинга.

Нанесение каталитически активного компонента тонким слоем, с максимально равномерным распределением его на поверхности, обеспечивает уменьшение расходов активных металлов, дает увеличение активной поверхности при невысоком содержании активного агента. Носитель, как правило, повышает активность катализатора, придает ему механическую прочность и уменьшает его расход. Это обеспечивает более эффективное взаимодействие реагентов с каталитически активным металлом. В качестве носителя применяли синтетически цеолит. Структурно цеолиты являются сложными кристаллическими неорганическими полимерами, элементарными строительными блоками в которых являются тетраэдры AlO_4 и SiO_4 (атомы Al и Si принято идентифицировать как T атомы) связанные с друг с другом общим ионом кислорода. Каждый тетраэдр AlO_4 несет отрицательный заряд, компенсирующий вне каркасными катионами. Важно отметить, что согласно Ловенштейну [2-5], смежное расположение тетраэдров AlO_4 в каркасе цеолитов невозможно из-за электростатического отталкивания отрицательных зарядов этих тетраэдров. Поэтому, отношение числа атомов кремния в каркасе цеолита к числу атомов алюминия не может быть меньше единицы. Бесконечно простирающийся трехмерный четырехсвязный каркас, образованный тетраэдрами AlO_4 и SiO_4 , формирует пористую структуру цеолита (рис. 1).

В качестве подложки катализаторов использовался один из наиболее современных сверхвысококремнеземных синтетических цеолитов ZSM-5 с модулем $Si/Al = 50$. По данным [6] цеолит ZSM-5 – $Na[AlSi_{96-n}O_{192}] \cdot 16H_2O$, ($n = 3 \div 5$), средний размер каналов $0.51 \times 0.56 - 0.51 \times 0.55$ (3D). Цеолит ZSM-5 (zeolite «Soconimobil») не содержит больших полостей. Он представляет собой трехмерную пористую структуру, состоящую из прямых каналов и связывающих их зигзагообразных каналов. Диаметр 10-членных колец, являющихся сечениями прямых каналов цеолита ZSM-5, составляет 0.55 нм.

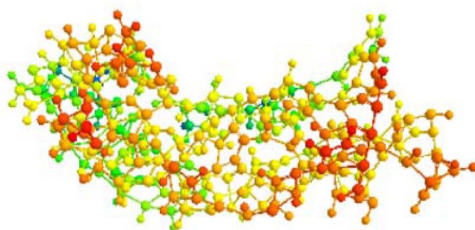
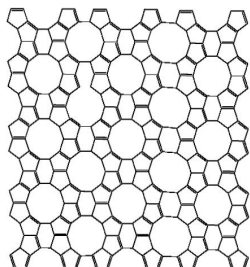


Рисунок 1 - Структура цеолита

Высокодисперсное распределение активных металлов может быть достигнуто импрегнированием носителя (синтетического цеолита ZSM-5) растворами их солей и комплексных соединений с последующим переводом в требуемую форму с использованием различных химических или физических воздействий.

Нанесение активных добавок проводили в два этапа:

1. Пропитывание носителя водорастворимыми солями с последующим удалением влаги;
2. Обработка полученного продукта в термических условиях.

В условиях термического воздействия происходит деструкция солей металлов, адсорбированных в порах носителя, за счет высокотемпературного воздействия. Образующиеся атомы и кластеры металлов модифицируют активные центры, находящиеся в определенных точках цеолита, происходит стабилизация в нано- и мезопорах носителя и их закрепление на поверхности носителя [7].

Для получения композитного железосодержащего катализатора сульфат железа ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) растворяли в дистиллированной воде и добавили к синтетическому цеолиту, перемешивали в течение 60 минут при комнатной температуре и упарили на роторном испарителе. Получили цеолит с нанесенным сульфидом железа. Модифицирование полученного образца проводили в условиях термической обработки (при температуре 750°C , длительность 30 минут) с целью перевода металлов в оксидную форму. В ходе, которого происходит формирование каталитически активных центров, с образованием оксида железа ($\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{ZSM}$).

Аналогично был получен композитный катализатор на основе кобальта импрегнированный на поверхность синтетического цеолита (CoO/ZSM).

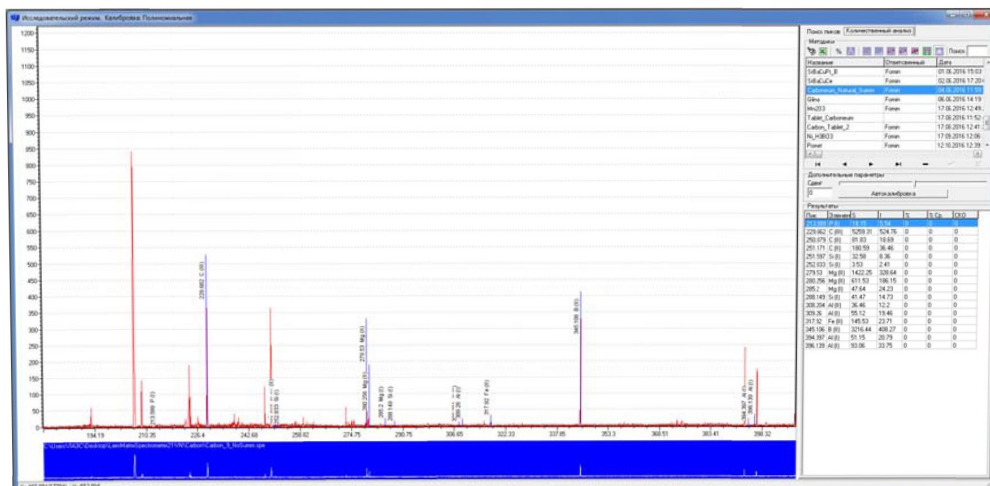


Рисунок 2 - Атомно-эмиссионный спектр катализатора $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{ZSM}$

Вполне закономерно предположить, что активность используемого катализатора в большей степени зависит от природы иммобилизации используемых соединений на активной поверхности носителя, а также структуры металлосодержащих центров. С целью определения структуры

синтезированного катализатора проведен атомно-эмиссионный анализ на приборе - лазерный атомно-эмиссионный спектрометр LaesMatrixSpectrometer оптическая схема Пашена-Рунге с длиной оптического пути 250мм, с дифракционной решёткой 2400штр/мм и 5 ПЗС детекторами фирмы Toshiba, диапазон длин волн от 190 до 420нм.

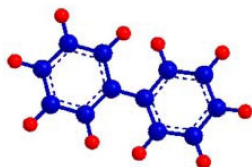
Анализируя атомно-эмиссионный спектр катализатора $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{ZSM}$ следует, отметить наличие таких элементов как, алюминий, кремний формирующих пористую структуру цеолита. Несмотря на незначительное количество нанесенного железа (>5%), спектр демонстрирует присутствие пика высотой 317,92 нм, площадью 145,53 нм, что подтверждает его наличие на носителе.

Таким образом, согласно данным атомно-эмиссионной спектроскопии гематит нанесен на цеолит, представлен в виде катализатора $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{ZSM}$.

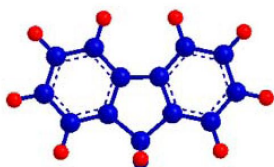
С целью изучения активности синтезированных композитных катализаторов, нанесенных на цеолит, проведено гидрирование полиароматического соединения. Реакции каталитического гидрирования полициклических углеводородов позволяют изучить механизмы процесса деструкции и гидрогенизации тяжелого углеводородного сырья. Одной из наиболее удобных моделей, используемых при изучении данного процесса, является – антрацен. В сравнении с другими полиароматическими углеводородами (фенантрен, нафталин и др.), антрацен легче присоединяет водород, в более жестких условиях отдает его, являясь донором водорода в процессе ожижения тяжелого углеродного сырья[8-10].

Следовательно, полиядерные ароматические соединения можно разделить на два основных типа:

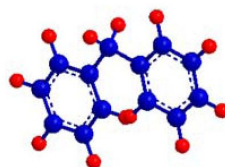
1. Соединения, в которых бензольные ядра изолированы и в определенной степени автономны:



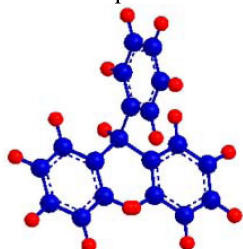
Бифенил



Флуарен

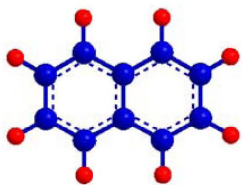


Дифенилметан

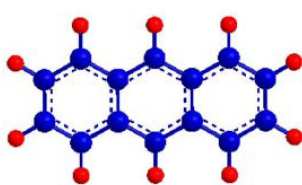


Трифенилметан

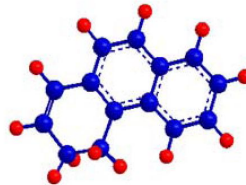
2. Соединения с конденсированными бензольными ядрами:



Нафталин



Антрацен



Фенантрен

Приведенные данные свидетельствуют о том, что поликонденсированные ароматические углеводороды обладают достаточно реакционноспособными связями, имеющими частично характер изолированной двойной связи.

Таким образом, объектом исследования выбран - антрацен. Представляет собой сочетание трех шестичленных циклов. Изучение антрацена при помощи рентгеноструктурного анализа показы-

вает, что все 14 атомов углерода молекулы антрацена лежат в одной плоскости [11-14]. Это кристаллическое вещество, хорошо растворимое в горячем бензоле, плохо растворимое в спирте и эфире и нерастворимое в воде.

Особенно подвижны в молекуле антрацена атомы водорода в положении 9 и 10, т.е. в среднем, так называемом мезо- положении. Подвижность атомов водорода в мезо- положении проявляется, в частности, в том, что при действии окислителей они окисляются гораздо легче других атомов с образованием антрахинона.

Анализ исследований [15-20], связанных с гидрогенизацией полиароматических углеводородов, приводит к выводу, что на скорость гидрирования полициклических углеводородов в условиях, не осложненных побочными реакциями полимеризации и расщепления, влияет, прежде всего, их строение. Для изучения активности железосодержащей каталитической добавки, проведена оценка влияния катализатора на степень конверсии антрацена в процессе гидрогенизации.

Эксперименты гидрирования антрацена проводили в автоклаве высокого давления «СЖФ-0,05» из жаропрочной нержавеющей стали объемом 0,05 л. Предварительно перемешанные исходные компоненты помещали в реактор, герметизировали, продували водородом и закачивали водород до 4,0 МПа, нагревали до температуры 400°C при скорости нагрева 10°C в минуту. Продолжительность процесса составила 60 мин после достижения автоклавом рабочей температуры. После окончания эксперимента реактор охлаждали до комнатной температуры.

На рисунке 3 представлена хроматограмма продуктов гидрирования антрацена с использованием в качестве катализатора оксида железа, на цеолите.

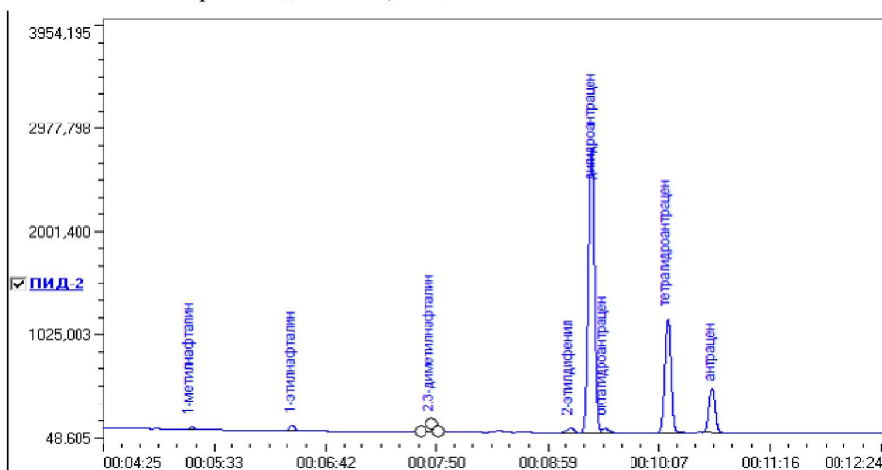


Рисунок 3 - Хроматограмма продуктов гидрирования антрацена в присутствии катализатора Fe₂O₃/ZSM

Анализируя хроматограмму, представленную на рисунке 3, установлено, что присутствуют пики производных нафталина (от 0,36 до 2,21%) и антрацена (0,95 до 60,01%). Также присутствует исходный антрацен в количестве 9,36%. Активность и селективность синтезированных композиционных катализаторов оценивали по выходу продуктов гидрирования и гидрогенолиза (табл. 1).

Таблица 1 – Компонентный состав гидрирования антрацена в присутствии катализатора Fe₂O₃/ZSM

Компонент	Время, мин	Концентрация, %
1-метилнафталин	5,33	0,36
1-этилнафталин	6,37	0,95
2,3-диметилнафталин	7,80	2,21
2-этилдифенил	9,22	1,30
Дигидроантрацен	9,44	60,01
Октагидроантрацен	9,56	0,95
Тетрагидроантрацен	10,21	24,78
Антрацен	10,68	9,36

Следовательно, приведенные данные каталитического гидрирования антрацена позволяют заключить, что в данном процессе происходит изменение направления реакции гидрирования и деструкции антрацена, связанных с разрушением ароматических структур, образованием гидроароматических углеводородов и выделением активных радикалов атомов водорода, которые повышают реакционную способность соединений. Однако, как было уже отмечено, присутствует исходное вещество – антрацен в количестве 9,36%. Продукты гидрирования определены в концентрации 85,74%, а продукты деструкции составили 4,82%. Также выявлено небольшая концентрация продуктов изомеризации, менее 1%.

В работе использовались методы ХМС и ГЖХ анализа газообразных и жидких продуктов реакции. ХМС исследование проводилось на приборе HP 5890/ 5972 MSD фирмы Аджилент (США), на капиллярной колонке DB-5ms30mmx 0.250mm x 0.50µm, в интервале температур 60-300°C. Идентификация веществ производилась по масс-спектральной базе данных NIST98.

ГЖХ анализ газообразных продуктов проводился на хроматографе «Кристаллюкс 4000 М» (Россия) с детекторным модулем 2ДТП/ПВД, на колонке СаА 1- 3м, d-3мм для постоянных газов и на колонке Rogarak R 1- 3м, d-3мм для углеводородных газов. ГЖХ анализ жидких составляющих проводился на хроматографе «Кристаллюкс 4000 М» с детектором ПВД на колонке DB-5ms 30mmx 0.250mm x 0.50µm. с программированием температуры термостата 120-280°C. Для ГЖХ был разработан метод анализа продуктов гидрирования антрацена. В методе использовалась база данных компонентного состава, созданная на основе результатов анализа стандартных образцов и ХМС анализа продуктов реакции.

Изменяя условия можно регулировать ход процесса гидрогенизации с получением целевых продуктов.

В аналогичных условиях на модифицированном кобальтоксидном катализаторе на цеолитном носителе образуется больше продуктов гидрирования и меньше гидрогенолиза, чем на железооксидном катализаторе (рис.4, табл. 2).

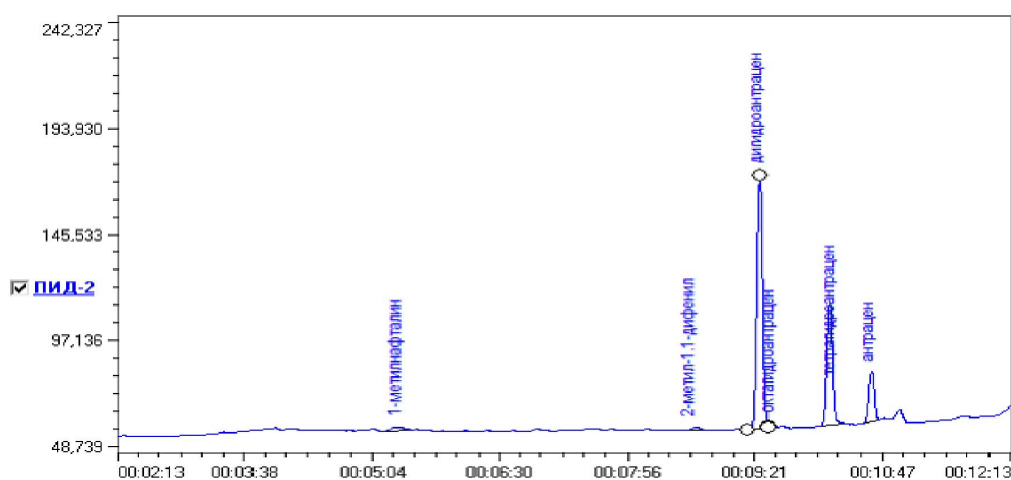


Рисунок 4 - Хроматограмма продуктов гидрирования антрацена в присутствии катализатора CoO/ZSM

Таблица 2 – Компонентный состав гидрирования антрацена в присутствии катализатора CoO/ZSM

Компонент	Время, мин	Концентрация, %
1-метилнафталин	5,38	1,36
2-метил-1,1-дифенил	8,65	1,05
Дигидроантрацен	9,43	57,10
Октагидроантрацен	9,57	0,46
Тетрагидроантрацен	10,21	29,03
Антрацен	10,67	11,01

На рисунке 4 представлен состав продуктов гидрирования антрацена. Присутствует значительное количество дигидроантрацена (57,10%), тетрагидроантрацена (29,03%). Производные деструкции присутствуют в количестве 2,41% в сумме. В таблице 2 представлен компонентный состав гидрирования антрацен.

В ходе исследования установлено, что в одинаковых условиях Fe_2O_3/ZSM и CoO/ZSM образуют состав продуктов реакции различный по соотношению компонентов. Так, при незначительной разнице в степени конверсии антрацена – 95,02% для Fe_2O_3/ZSM и 97,38% для CoO/ZSM , разница в содержании продуктов гидрогенолиза и гидрирования более заметна.

Таким образом, в ход проведения сравнительного анализа представленных продуктов реакции полученных в процессе гидрирования линейного полиароматического соединения, антрацена, в присутствии цеолитного носителя, импрегнированных высокодисперсными железом- и кобальт-содержащими добавками, можно констатировать, что синтезированные катализатор на основе кобальта проявляет высокую активность в процессах гидрирования, гидродеструкции объекта исследования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ахметкаримова Ж.С. // Химический журнал Казахстана. – 2014. – №4. – С.121-127.
- [2] Ахметкаримова Ж.С., Мулдахметов З.М., Мейрамов М.Г., Ордабаева А.Т., Мулдахметов Ж.Х., Байкенов М.И. // Доклады НАН РК. – 2015. – №3. С.80-87.
- [3] Ахметкаримова Ж.С., Байкенов М.И., МаФэнЮнь. // Химия твердого топлива. – 2016. – №5. С.3– 8.
- [4] Байкенов М.И., Байкенова Г.Г., Исабаев А.С., Тагеева А.Б., Ахметкаримова Ж.С., Тусипхан А., Матаева А.Ж., Есенбаева К.К. // Химия твердого топлива. – 2015. – №3. – С.22-28.
- [5] Ахметкаримова Ж.С., Мейрамов М.Г., Байкенов М.И., Мулдахметов М.З., Жакупова А.Н., Таженова Р.А., Даутова З.С. // Известия НАН РК. – 2015. – №1. – С.116-124.
- [6] Гудун К.А., Ахметкаримова Ж.С., Ма Фэн Юнь, Байкенов М.И., // Вестник КарГУ. - 2013.- №1(69). – С.44-48.
- [7] Мальшев В.П., Каримова Л.М., Жумашев К.Ж. // КИМС. – 2011. - №1(274). – С.61-70
- [8] Ахметкаримова Ж.С. Теория и практика переработки тяжелого углеводородного сырья Центрального Казахстана. – Караганда: «Форма Плюс», 2016. – 365 с.
- [9] Гагарин С.Г., Кирилина Т.А., Кричко А.А. // Химия твердого топлива. – 1987. – №3. С.110-114.
- [10] Baikenov M.I., Fengyun Ma, AkhmetkarimovaZh.S. // European Applied Sciences. – 2013. - №3. – P.71-73.
- [11] Мальшев В.П. // КИМС. - 2009. - №4(265). –С.61-71.
- [12] Ахметкаримова Ж.С., МаФэнЮнь, Байкенов М.И. // Доклады НАН РК. - 2014. - №1. - С.70-77.
- [13] Dyusekenov A.M., Baikenov M.I., Rapikov A.R., BogzhanovaZh.K., AkhmetkarimovaZh.S., MuldakhmetovZh.H. // Bulletin of the Karaganda university. Chemistry series. – 2016. №1. – P. 40– 44.
- [14] AkhmetkarimovaZh.S., MuldakhmetovZh.H., BaikenovM.I., DyusekenovA.M. // Химический журнал Казахстана. – 2016. - №1. – С. 331-336.
- [15] Ахметкаримова Ж.С., Молдахметов З.М., Мейрамов М.Г., Байкенов М.И., Дюсекенов А.М., Богжанова Ж.К. // Известия НАН РК. – 2016. – №2 – С. 23– 29.
- [16] Липович В.Г., Калабин Г.А., Калечиц И.В. Химия и переработка угля. – М.: Химия, 1988. – С.336.
- [17] Haley S.K., Bullin J.A., Anthony R.G. // Fuel Process Technology. – 1982. – 4(2). – P.191.
- [18] Каримова Л., Каримов Р. Равновесно-кинетический анализ. – М.: LapLambertAcademicPublishing, 2014. – 65с.
- [19] Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. – М.: Высшая школа, 1988. – 315с.
- [20] Заманов В.В., Кричко А.А., Озеренко А.А., Фросин С.Б. // Химия твердого топлива. – 2005. – № 3. – С. 67-70.

REFERENCES

- [1] AkhmetkarimovaZh.S. *Chemical Journal of Kazakhstan*, **2014**, 4. 121-127 (in Russ).
- [2] AkhmetkarimovaZh.S., Muldakhmetov Z.M., Meiramov M.G., and other. *Reports of NAS of RK*, **2015**, 3, 80-87 (in Russ).
- [3] AkhmetkarimovaZh.S., Baikenov M.I., Feng-yun Ma. *Solid fuel chemistry*, **2016**, 5, P.277-281 (in Russ).
- [4] Baikenov M.I., Baikenova G.G., AkhmetkarimovaZh.S., and other. *Solid Fuel Chemistry*, **2015**, 3, 22-28 (in Russ).
- [5] AkhmetkarimovaZh.S., Baikenov M.I., Muldakhmetov M.Z., and other. *News of NAS of RK*, **2015**, 1, 116-124 (in Russ).
- [6] Gudun K.A., AkhmetkarimovaZh.S., Feng-Yung Ma, Baikenov M.I. *Bulletin of the University*, **2013**, 1(69), 44-48 (in Russ).
- [7] Malyshev V.P., Karimov L.M., ZhumashevK.Zh. *CUMR*, **2011**, 1(274), 61-70 (in Russ).
- [8] AkhmetkarimovaZh.S. *Theory and practice of processing heavy hydrocarbon feedstock's in Central Kazakhstan*. Karaganda: Form Plus, **2016**, 365 p. (in Russ).
- [9] Gagarin S.G., Kirilina T.A., Krichko A.A. *Solid Fuel Chemistry*, **1987**, 3, 110-114 (in Russ).
- [10] Baikenov M.I., Fengyun Ma, AkhmetkarimovaZh.S. *European Applied Sciences*, **2013**, 3, 71-73 (n Eng).

- [11] Malyshev V.P. *CUMR*, **2009**, 4(264), 61-71 (in Russ).
[12] AkhmetkarimovaZh.S., Fengyun Ma, Baikenov M.I. *Reports of NAS of RK*, **2014**, 1, 70-77 (in Russ).
[13] Dyusekenov A.M., Baikenov M.I., AkhmetkarimovaZh.S., and other. *Bulletin of the University*, **2016**, 1(69), 40-44 (in Eng).
[14] AkhmetkarimovaZh.S., MuldakhmetovZh.H., Baikenov M.I., Dyusekenov A.M. *Chemical Journal of Kazakhstan*, **2016**, 1, 331-336 (in Eng).
[15] AkhmetkarimovaZh.S., Muldakhmetov Z.M., Baikenov M.I., and other. *News of NAS RK*, **2016**, 2, 23-29 (in Kaz).
[16] Lipovich V.G., Kalabin G.A., Kalechits I.V. *Chemistry and processing of coal*. M.: Chemistry, **1988**, 336p (in Russ).
[17] Haley S.K., Bullin J.A., Anthony R.G. *Fuel Process Technology*, **1982**, 4(2), 191 (in Eng).
[18] Karimova L., Karimov R. *Equilibrium-kinetic analysis*. M.: Lap Lambert Academic Publishing, **2014**, 65p (in Russ).
[19] Ctromberg A.G., Semchenko D.P. *Physical chemistry*. M.: Higher School, **1988**, 315p (in Russ).
[20] Zamanov V.V., Krichko A.A., Ozerenko A.A., Frosin S.B. *Solid fuel chemistry*, **2005**, 42, 67-70 (in Russ).

УДК 544.33; 544.34

**Ж.С. Ахметкәрімова¹, З.М. Молдахметов¹, М.Г. Мейрамов¹,
А.Т. Ордабаева¹, Ж.Х. Молдахметов¹, М.И. Байкенов², А.М. Дюсекенов²**

¹ҚР органикалық синтез және көмір химиясы институты, Қарағанды, Қазақстан
²Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қарағанды, Қазақстан

КОМПОЗИТТІ КАТАЛИЗАТОРЛАР ҚАТЫСЫНДА АНТРАЦЕННІҢ ГИДРЛЕУІ

Аннотация. Мұнай бағаларының үздіксіз жоғарлауы көмір мен ауыр мұнайдан отын және химиялық белгілеуіндегі өнімдерді алу тәжірибелі маңызды болады, бұл жақын болашақтағы энергетика мен мұнай химия өнеркәсіптеріндегі келешегі бар бағыттың бірі ретінде қарастырылады. Қатты жанатын қазбалардан сұйық отындарды алу бастапқы өнімнің молекулалардың бөлінуіне, сутегі көлемінің біршама жоғарлауына, оттегіні, азотты, күкіртті және күлді минералды заттарды кетіруге әсер етеді. Көмірсутекті шикізат органикалық және минералды заттардың қоспасы болып саналып, конденсирленген ароматикалық көмірсутектерінен және жоғары молекулалық қосылыстардан тұрады. Осындай жүйелерде алынған катализаторлардың белсенділік пен іріктелгіштік механизмдерін сипаттау айтарлықтай қиын. Үлгілі қосылыстар (антрацен, фенантрен, пирен, нафталин және т.б.) заттың химиялық құрылымына реакциялық қабілеттілік тәуелділігінің зерттеуін жеңілдетеді, өйткені олар біріншілік тас көмір шайырының және оның фракцияларының органикалық массаларының үзіндісі ретінде қарастырылады. Мақалада үлгілі қосылыс ретінде антраценнің гидрогенизация нәтижелері көрсетілді. Осылайша, мақалада полиароматикалық қосылыстың, антраценнің, VII топ элементтерінің негізінде алынған композитті катализаторлар қатысында гидрлеу үрдісі көрсетілген. Линсарлы полиароматикалық қосылыстың, антраценнің, цеолит тасымалдағышы қатысында, жоғарыдисперсті темір және кобальт құрамды қосылыстармен импрегнирленген қоспалар қатысындағы гидрлеу үрдісі нәтижесінде келесі тұжырым жасауға болады, кобальт негізінде синтезделген катализатор зерттеу нысанының гидрлеу үрдісі кезінде жоғары белсенділігін көрсетеді.

Тірек сөздер: гидрогенизация, антрацен, композиттік катализаторлар, кобальт, темір