

температуры начала кипения для гидрогенизата полученного после предварительной кавитационной обработки с 200°С до 150°С. Использование кавитационно-каталитической обработки гудрона приводит к снижению температуры начала кипения, что может свидетельствовать об увеличении содержания низкокипящих компонентов.

Литература

1. Викарчук А.А., Растегаева И.И., Чернохаева Е.Ю. Технология и оборудование для обработки нефти и переработки твеодыхнефтешламов и жидкихнефтеотходов // Вектор науки ТГУ. – 2012. – 3 3 (21).– С. 70-75.
2. Савиных Ю.В. Изучение химических превращений и коллоидно-химических свойств гудрона при механических и физических воздействиях / Сборник научн. трудов V Межд. научно-практ.конф. «Теоретические и прикладные аспекты современной науки». - Россия, Белгород, 2014. -С. 56-58.
3. Патент № 2246525 РФ. Способ органических соединений и установка по переработке нефтехимических отходов / Крестовников М. П., Снегоцкий А.Л. Оpubл. 20.03.2005, Бюл. 5.
4. Патент № 2 452763 РФ. Способ крекинга нефти и нефтепродуктов путем воздействия импульсными электрическими разрядами и устройство для его осуществления / Нагель Ю.А., Григорьев А.Л., Скороходов А.Л. и др. Оpubл. 10.06.2012, Бюл. 16.
5. Патент № 2455341 РФ. Способ кавитационной обработки жидких нефтепродуктов / Скворцов Б.В., Царев Р.А. Оpubл. 10.07.2012, Бюл. 19.
6. Experiment Design and Data Processing. Уч. пособие. – Шанхай: Математический институт АН КНР, 2006. – 240 p.
7. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: Уч. пособие для вузов. – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 327с.

УДК 662.5

О.И. МАНТЕЛЬ*, А. БАЙСЕИТОВА, М.И. БАЙКЕНОВ

КАВИТАЦИОННАЯ ПЕРЕРАБОТКА СРЕДНЕЙ ФРАКЦИИ НЕФТИ В ПРИСУТСТВИИ СУЛЬФИДА ЖЕЛЕЗА

Карагандинский Государственный университет имени Е.А.Букетова,
г. Караганда, Казахстан.
E-mail: Kseniakasko@mail.ru

Modification of FeS₂ cavitation impacts and its activity by the cavitation processing of the model object hexane. Cavitation processing of middle oil fraction (200-300 ° C).The use of activated FeS₂by the cavitation processing.Cavitation treatment in the presence of nanoscale catalysts.The catalytic influence of cavitation treatment in the presence of the studied catalysts.

Известно, что природные материалы, содержащие соединения железа, могут быть использованы как доступные катализаторы переработки нефти.

Существуют способы активирования, направленные на увеличение дисперсности выбранных катализаторов. Так применение вибрации или высокоскоростного нагрева влажных «красных шламов» при сушке и дегидратации позволяют модифицировать высокодисперсные железные оксиды с поверхностью более $50 \text{ м}^2/\text{г}$, соответственно увеличивает их каталитический эффект при переработке нефти и ее фракций [1]. В основном, используются катализаторы, как правило, в виде относительно крупных размеров с низкой удельной поверхностью. Увеличить дисперсность таких материалов можно с использованием тонкого механического измельчения, что приводит не только к повышению удельной поверхности, но часто и к изменению их химических свойств. Механохимическая обработка оказывает различное влияние на величину удельной поверхности разных катализаторов [2]. Для более дисперсного гематитового образца характерно некоторое снижение поверхности при обработке. У пиритного образца за время активирования-15 мин, поверхность увеличилась более чем в 20 раз. Дальнейшая механообработка не приводила к ее существенному изменению. В связи с этим, представляет большой интерес влияние кавитационной обработки на свойства используемого катализатора.

Среднее значение шероховатости поверхности пирита до кавитационной обработки $17,48 \text{ нм}$, после кавитационной обработки- $33,92 \text{ нм}$. Степень шероховатости увеличивается почти в два раза. Средняя высота после кавитационного воздействия уменьшается с $140,66$ до $91,71 \text{ нм}$. Средняя площадь до кавитационной обработки $-53\,543 \text{ нм}^2$, после кавитационной обработки $-88\,053 \text{ нм}^2$. Исследования показали, что происходит диспергирование образца и разрушение его кристаллической структуры, также возможно, кавитационное воздействие приводит к возникновению новой фазы-пирротина.

Степень конверсии гексана при кавитационной обработке в присутствии модифицированного FeS_2 составляет $30,7\%$, а в присутствии обычного пиритного катализатора - $20,55\%$. Из полученных результатов следует, что у FeS_2 , активированного кавитационным воздействием, крекирующая и изомеризирующая способность намного выше, чем у обычного пирита. Применение активированного FeS_2 при кавитационной обработке позволяет не только повысить конверсию модельного объекта гексана, но и улучшить качество полученных продуктов, в частности алкановизостроения с меньшим молекулярным весом (2-метилпентан, 2-метилпентен и т.д.).

Таким образом, эффект кавитационного воздействия обусловлен не только увеличением удельной поверхности пиритного катализатора, но и, вероятно, изменением каталитических свойств поверхности. Эти изменения, по-видимому, могут быть связаны с нарушением кристаллической структуры образца в результате кавитационного воздействия.

В настоящее время в связи с истощением природных запасов нефти и ростом цен на жидкие моторные топлива интерес к высокоэффективным технологиям переработки нефти и альтернативного нефтяного сырья постоянно растет. В качестве одного из способов интенсификации физико-

химических процессов при получении топлив из нефти, бионефти и растительных масел нередко рассматривают кавитацию. Действительно, при схлопывании кавитационных пузырьков возникают локальные пульсации температуры и давления до нескольких тысяч °С и 10 000 бар соответственно [3]. Поэтому окрестность схлопывающегося пузырька и сам пузырек становятся уникальным химическим реактором, в котором возможны инициация и протекание различных химических превращений.

Кроме того, кавитации сопутствуют процессы образования ударных волн, а также интенсивного турбулентного перемешивания и диспергирования жидких и твердых компонентов потока [4]. В работах [5-11] положительный эффект кавитации оценивался по ее воздействию на выход конечных продуктов в сложных технологических процессах, что позволяет оценить фактор прямого воздействия кавитации на химические превращения совместно с другими параметрами, например, интенсификации теплообменных процессов или изменения состояния катализатора. В связи с этим, комплексная переработка нефтяного сырья требует совершенствования существующих и разработки новых методов переработки остатков, направленных на увеличение выхода светлых дистиллятов [12].

Поскольку все химико-физические характеристики нефтяных топлив находятся в зависимости от их фракционного и компонентного состава, то и управление свойствами топлив осуществляют через изменение их фракционного и компонентного состава [13].

Кавитационная обработка в присутствии наноразмерных катализаторов не только обеспечивает высокий выход продуктов реакции, но и позволяет регулировать характеристики получаемых материалов. Целесообразность применения наночастиц в катализе связана, во-первых, с химической активностью, которая пропорциональна удельной поверхности катализатора. Во-вторых, удельная поверхность катализатора, состоящего из наночастиц, больше, чем у гетерогенного катализатора, а, во-вторых, с размерным эффектом. Многие свойства наночастиц зависят от их размера, поэтому, изменяя его, можно управлять и активностью, и селективностью нанокатализатора.

Таким образом, полученные $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ обладают рядом преимуществами по сравнению с коммерческим порошком Fe_2O_3 , такими как высокодисперсностью, меньшим размером частиц (8.5-9 нм) и регулярной сферической формой, следовательно, предполагалось, что активность полученных $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ наночастиц, выше, чем у коммерческих катализаторов Fe_2O_3 .

Так как нефтяные дисперсные системы весьма сложные системы, характеризующиеся многообразием действующих факторов и относительно трудностью воспроизведения полученных результатов, химические превращения в топливах, происходящие в результате кавитационной обработки, путем количественного определения индивидуального и группового состава топлив до и после воздействия может дать дополнительные сведения о процессе каталитической кавитационной обработки.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при кавитационной обработке средней фракции (200-300°С) нефти в присутствии различных каталитических систем происходит более глубокий распад молекул с быстрым протеканием множества параллельных реакций (дегидрирования, перераспределения доноров водорода). В результате протекания этих реакций в системе накапливаются свободные радикалы, которые участвуют в промежуточных реакциях, реагируют друг с другом, но в конечном счете в системе образуются углеводороды с меньшей молекулярной массой. В целом, экспериментальные данные свидетельствуют о положительном воздействии кавитации и могут быть сопоставимы с результатами, полученными в работе [13].

Таким образом, путем количественного определения индивидуального состава средней фракции (200-300°С) нефти было установлено о положительном влиянии каталитическо-кавитационной обработки в присутствии изученных катализаторов.

Целесообразность применения вышеуказанных каталитических систем при кавитационной обработке средней фракции (200-300°С) нефти связана с химической активностью и селективностью которая пропорциональна удельным поверхностям и высокодисперсности, а также пористой структуре данных каталитических систем.

Литература

- 1 Болдырев В.В.//Изв. АН СССР. Серия хим. 1990. №10. С.2228-2246.
- 2 Шарыпов В.И., Кузнецов П.Н. Модифицирование железорудных катализаторов механохимическим методом и их активность при гидрогенизации бурого угля в тетралине//Химия твердого топлива. -1992. -№2. С.
- 3 Яковлев В.А., Заварухин С.Г., Кузавов В.Т. Исследование химических превращений органических соединений при кавитационном воздействии//Химическая физика. -2010. -№3. С.43-51.
- 4 Маргулис М.А. Основы звукохимии (химический реакции в акустических полях). М.: Высшая школа, 1984. С.272.
- 5 Падалка Е.С. Ультразвук в нефтяной промышленности. Киев: Гостехиздат УССР, 1962. С.67.
- 6 Sadeghi K.M., Lin J.-R., Yen T.F. // Energy Sources. 1994. V.16. P.439.
- 7 Кладов А.Ф. Способ крекинга нефти и нефтепереработки и установка для его осуществления. Патент РФ № 2078116//Б.И.1997. №12. С. 103.
- 8 Кириленко В.Н., Брулев С.О., Бесов А.С. Способ повышения октанового числа пряомогонных бензинов. Патент РФ №2186825// Б.И.П.М. 2002. №22. С.453.
- 9 Курочкин А.К., Гумаев Р.Н., Валитов Р.Б. Способ переработки мазута. А.с. 1377281 СССР//Б.И.1988. №8. С.65.
- 10 Ji J., Li Y. et al.// Ultrasonics. 2006. V.44. P.411.
- 11 Kelkar M.A., Gogate P.R., Pandit A.B.//UltrasonicsSonochemistry. 2008. V.15. P.188.
- 12 Нестеренко А.И., Берлизов Ю.С.//Химия и технология топлив и масел. 2007. №6. С.43.
- 13 (102) Немчин А.Ф., Михайлик В.А., Тодорашко Г.Т. Влияние кавитационного воздействия на углеводородное топливо. -2002. -№6. С.60-62.