

УДК 66.086.4

## ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ВОЛНОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССАХ УГЛУБЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

**А.О. ЛАШКОВ, Д.С. ВОЛОКИТИН**

(Представлено: канд. техн. наук, доц. И.А. ЕЛЬШИНА)

*Рассматривается электромагнитная активация углеводородов с точки зрения её теории. Изложен принцип и возможность реализации в производстве. Также показано влияние применения технологии электромагнитной активации углеводородов на свойства и количественный состав продуктов процессов термического крекинга и коксования.*

В настоящее время общей тенденцией нефтяной отрасли является уменьшение разведанных запасов лёгкой нефти, практически весь прирост запасов происходит за счет тяжелой вязкой сернистой нефти. Запасы нефти, удобные для добычи и переработки, истощаются ускоренными темпами. В то же время, по данным экспертов, мировые запасы тяжелой нефти составляют более 810 млрд тонн. Таким образом, в недалекой перспективе придется перерабатывать исключительно тяжелую нефть.

Но переработка тяжелой нефти весьма затруднительна, энергоёмка и, как следствие, низкорентабельна или убыточна. Для обеспечения приемлемой глубины переработки такой нефти с помощью известных технологий требуются большие капиталовложения, высокие процентные нормы эксплуатационных затрат и оборотных средств. Таким образом, требуется совершенствовать уже имеющиеся технологии или внедрять новые, инновационные методики.

### Теория электромагнитной активации углеводородов

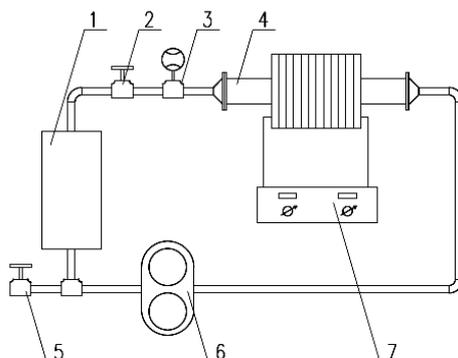
Как было установлено Н. Бором, атомная система устойчива только для определённой совокупности состояний, которые соответствуют дискретной последовательности значений энергии атома. Замена одинарной связи на двойную является наиболее энергетически выгодным процессом.

Энергия С–С связи составляет 300...350 кДж/кмоль, частота колебаний С–С связи составляет величину порядка  $1000 \text{ см}^{-1}$ , а время релаксации колебаний составляет величины порядка  $10^{-11} \dots 10^{-13}$ , что недостаточно для изменения электронных оболочек молекул и не способно изменить их энергетические характеристики. Подведённое электромагнитное поле создаёт кванты энергии, что способствует выведению системы из состояния равновесия. Этого достаточно для возбуждения или активации С–С связи. При подведении дополнительной энергии в нашем случае процесса термического крекинга – это тепловая энергия при температуре порядка  $380 \text{ }^\circ\text{C}$  начинают проходить реакции крекинга. Отмечено, что преимущественно начинают разрушать бициклические и полициклические соединения с образованием парафино-нафтеновых углеводородов.

Различают несколько видов волнового воздействия:

- 1) электромагнитные воздействия;
- 2) слабые электромагнитные воздействия, которые, в свою очередь, подразделяются на обменно-резонансные, резонансно-волновые и энергоинформационные;
- 3) акустические-кавитационные, ультразвуковые и инфразвуковые.

Как было сказано выше, для активации сырья необходима его обработка в поле волнового воздействия, для этого в схему установки необходимо добавить специальное оборудование для обработки потока сырья электромагнитными волнами. Пример такого оборудования показан на рисунке 1.



1 – сырьевая ёмкость; 2 – кран; 3 – манометр; 4 – активатор электромагнитный;  
5 – сливной кран; 6 – насос; 7 – блок управления электромагнитным активатором

Рисунок 1. – Установка электромагнитной активации сырья

**Влияние электромагнитной обработки сырья на процессы крекинга и коксования**

Рассмотрим влияние технологии магнитно-импульсного волнового воздействия на процессы глубокой переработки нефти, а конкретно на примере процессов термического крекинга и коксования.

Существует два варианта подготовки сырья для процесса коксования, представленные на рисунке 2.



Рисунок 2. – Варианты подготовки сырья процесса коксования

В варианте 1 сырьём для коксования является гудрон или гудрон, подверженный электромагнитной обработке.

В варианте 2 сырьём для процесса коксования служит крекинг-остаток, полученный в результате термического крекинга гудрона, или крекинг-остаток, прошедший электромагнитную обработку.

Процесс крекинга в случае применения волнового воздействия происходит следующим образом: сначала происходит подготовка сырья, то есть его нагрев до 70 °С, затем происходит обработка сырья электромагнитными волнами при помощи специального оборудования, далее происходит нагрев сырья до температуры порядка 380...400 °С и дальнейшее его фракционирование. В ходе фракционирования выделяются газы C<sub>1</sub>...C<sub>4</sub>, бензиновая фракция, фракция легкого газойля и крекинг-остаток. В ходе электромагнитного воздействия на гудрон изменяются его свойства, а также состав продуктов, получаемых при дальнейшем крекинге, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Материальный баланс процесса термического крекинга гудрона

Продукты выход, % массовый	Сырьё – гудрон	
	исходный	активированный
Газ + потери	3	4,2
Бензин	2,5	8,2
Легкий газойль (фракция 200...350 °С)	4,1	13,1
Тяжелый остаток (фракция > 350 °С)	90,4	74,5

Проанализировав таблицу 1, можно сделать вывод, что выход светлых нефтепродуктов при применении волнового воздействия на гудрон существенно увеличивается: выход газов увеличивается на 1,2%, выход бензиновой фракции – на 5,7%, выход легкой газойлевой фракции – на 9% от массы исход-

ного гудрона соответственно. Также снижается содержание тяжелого остатка, продукты крекинга являются более чистыми – обладают меньшим содержанием серы и смолистых веществ.

Результаты влияния обработки гудрона электромагнитным воздействием на материальный баланс процесса коксования гудрона и крекинг-остатка отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние обработки гудрона электромагнитными волнами на материальный баланс процесса коксования

Продукты выход, % массовый	Сырье исходный гудрон	Крекинг-остаток	
		исходного гудрона	активированного гудрона
Газ + потери	11,8	12,3	10,7
Бензин	9,1	10,3	13,3
Лёгкий газойль (фракция 200...350 °С)	21,1	23,4	23,4
Тяжелый остаток (фракция > 350 °С)	38,4	28,3	23,2
Кокс	19,6	25,7	29,4

Проанализировав таблицу 2, можно заметить увеличение выхода бензиновой фракции на 4,2% и увеличение выхода кокса как целевого продукта на 9,8% исходного гудрона соответственно. Также можно выделить, что процесс коксования является наиболее выгодным, если подвергать процессу крекинг-остаток активированного гудрона.

**Заключение.** Применение электромагнитной обработки сырья для вторичных процессов является новым в развитии отрасли. Данная технология является относительно недорогой и обладает положительным экономическим эффектом и небольшим сроком окупаемости, а также положительным экологическим эффектом, так как продукты крекинга гудрона, подверженного предварительной активации электромагнитным воздействием являются более чистыми, содержат меньше серы, а следовательно выделяют меньше отходов в сточные воды и атмосферу. Данная технология была опробована на лабораторной, пилотной и полужаводской установках, показав хорошие результаты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Золотухин, В.А. Глубокая переработка тяжелой нефти и нефтяных остатков / В.А. Золотухин Электронный научный журнал. Выпуск 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ngfr.ru/article> – свободный.
2. Мановян, А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа : учеб. пособие для вузов / А.К. Мановян. – 2-е изд. – М. : Химия, 2001. – 568 с.
3. Ахметов, С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа : учеб. пособие для вузов / С.А. Ахметов. – Уфа : Гилем, 2002. – 672 с.