

Подобный, так называемый концертный механизм (в отличие от чисто кислотного механизма активации) характеризуется относительно низким значением энергии активации.

Что касается предэкспоненциального множителя, то его значение для гетерогенных катализаторов кислотно-основной природы определяется числом (концентрацией) гидроксильных кислотных групп (диссоциативная адсорбция пероксида водорода) и основных центров ( $\text{ZnO} \cdot$ ).

Воздействие СВЧ излучения способствует, с одной стороны, образованию и стабилизации мелкодисперсных (наноразмерных) микрокристаллитов оксида цинка в процессе приготовления катализатора, что приводит к увеличению числа основных центров, а с другой – способствует разрыву связи  $\text{HO} \cdots \text{OH}$  за счет резонансного поглощения энергии излучения «скручивающими» колебаниями, что определяет поверхностную концентрацию кислотных центров.

Путем варьирования соответствующих управляемых параметров (мощность СВЧ, время экспозиции, количество модифицирующей добавки, концентрации пероксида водорода и т.п.) можно добиться оптимальных условий проявления каталитических свойств, которые в сравнении с традиционными условиями катализа, могут быть отражены в виде динамического компенсационного эффекта (ДКЭ).

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА СЫРЬЯ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

М. Д. Кириллова

Научный руководитель, доцент Е. С. Чернякова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Каталитический риформинг бензиновых фракций является базовым процессом современной нефтепереработки и предназначен для производства высокооктанового компонента автобензина, индивидуальных ароматических углеводородов, а также водорода [1]. Как известно, на процесс риформинга оказывают влияние такие факторы, как: давление, температура, состав перерабатываемого сырья и т.д. Углеводородный состав сырья оказывает значительное влияние на выход риформата. Так при любом заданном октановом числе (ОЧ) выход продукта тем больше, чем выше содержание в сырье нафтеновых и ароматических углеводородов.

Объектом исследования является установка каталитического риформинга бензиновых фракций ООО «РН Комсомольского НПЗ» Л-35-11/450К.

Исследования проводились с использованием математической модели, которая позволяет провести анализ изменения состава перерабатываемого сырья, а также оценить его влияние на выход и качество получаемого продукта [2]. Для исследований было выбрано пять различных составов перерабатываемого сырья (рис. 1, табл. 1).

*Таблица 1*

*Исследование влияния состава сырья*

Показатели	Сырье 1	Сырье 2	Сырье 3	Сырье 4	Сырье 5
Расход сырья, м <sup>3</sup> /ч	70	70	70	70	70
Пар/(Нафт+Аром) в сырье	0,88	0,76	0,83	0,83	0,89
Н-Пар/и-Пар в сырье	0,69	0,63	0,72	0,71	0,69
Октановое число	94,1	93,8	93,6	94,2	95
Выход риформата, % масс.	87,14	87,29	87,36	87,04	86,25

При сравнении представленных проб состава перерабатываемого сырья, сырье 1 и 5 содержит большое количество алканов. Индекс по соотношению парафиновых углеводородов к ароматическим и нафтеновым (Пар/(Нафт+Аром)) в этих образцах оказался около 0,9 пунктов.

Сырье 2 с наименьшим содержанием алканов в сырье. Тот же индекс в этой пробе равен 0,76, что говорит о преобладании в сырье ароматических и нафтеновых углеводородов.

Так как состав перерабатываемого сырья оказывает влияние на октановое число риформата и выход целевого продукта, были построены соответствующие зависимости, представленные на рисунке 2 и 3.

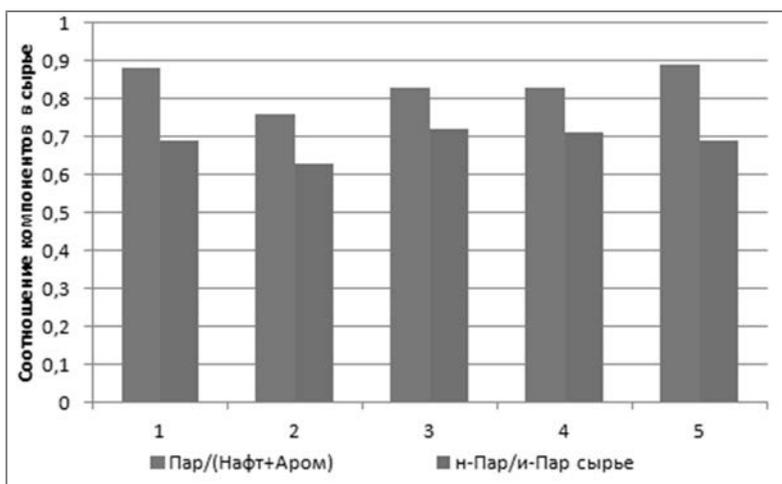


Рис. 1 Изменение состава перерабатываемого сырья для установки Комсомольского НПЗ

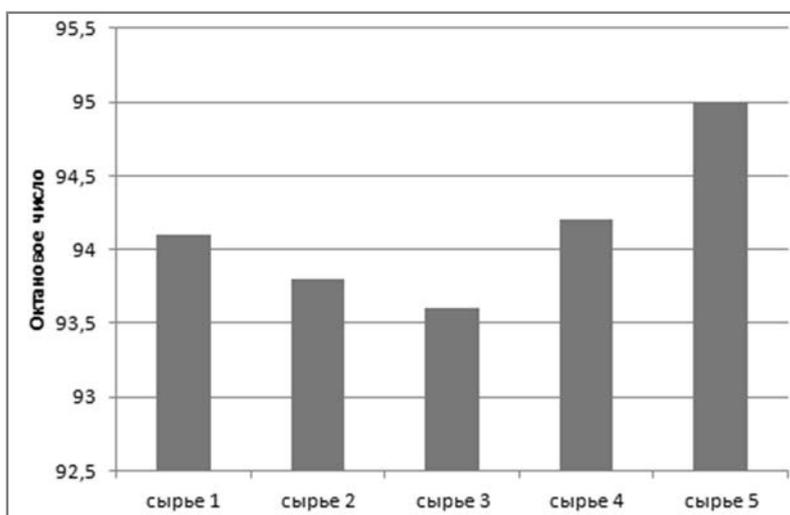


Рис. 2 – Влияние состава сырья на октановое число риформата

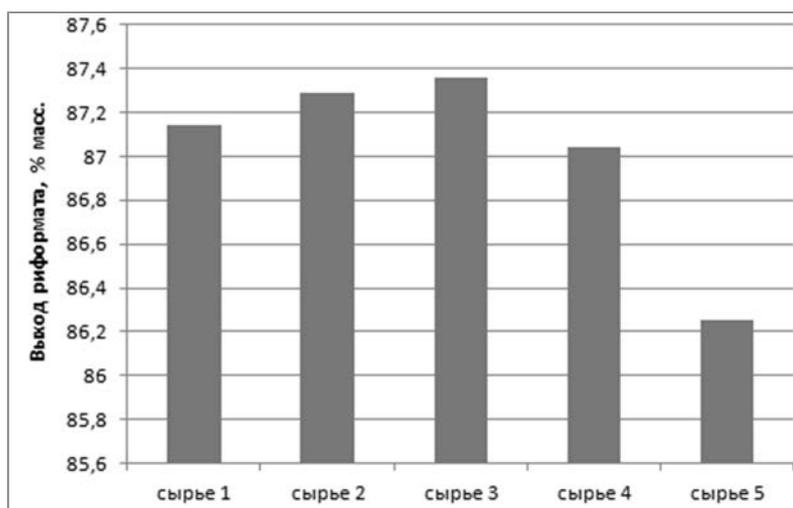


Рис.3 – Влияние состава сырья на выход риформата

При высоком содержании парафиновых углеводородов нормального строения и при низком содержании ароматических октановое число снижается.

Так в Сырье 3 соотношение н-Пар/и-Пар самое высокое 0,72 по отношению к другим видам сырья, это говорит о том, что в данном сырье содержится большое количество парафиновых углеводородов нормального строения.

Октановое число, при использовании это сырья, очень низкое ОЧ=93,6 пунктов, но достаточно высокий выход риформата. Так как цель процесса повысить октановое число, сырье 3 не рекомендуется использовать.

Сырье 4 и сырье 5 имеют наибольшее содержание ароматических и нафтеновых углеводородов в сырье, что ведет к повышению октанового числа риформата. Однако по сырью 5 наблюдается очень низкий выход продукта, что говорит о преобладании в нем парафиновых углеводородов изо-строения (рис. 3). Таким образом, наиболее оптимальным для переработки является сырье 4.

С помощью проведенных исследований по влиянию состава сырья было показано, что углеводородный состав сырья оказывает значительное влияние на октановое число и выход риформата. Из пяти видов перерабатываемого сырья наиболее оптимальным для переработки выбрано Сырье 4, которое отличается высоким содержанием ароматических и нафтеновых углеводородов, способных повышать октановое число.

#### Литература

1. Белый А.С. Современное состояние, перспективы развития процесса и катализаторов риформинга бензиновых фракций нефти // Катализ в промышленности. 2014. №5. с. 23 – 28.
2. Кравцов А.В., Иванчина Е.Д., Шарова Е.С., Чеканцев Н.В., Полубоярцев Д.С. / Компьютерное прогнозирование работы промышленных катализаторов процессов риформинга и изомеризации углеводородов бензиновой фракции: учебное пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 129с.

### АЛЬТЕРНАТИВНОЕ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩЕЕ ЖИДКОЕ ТОПЛИВО

**А. С. Кононова**

Научные руководители, доцент А. Ю. Игнатова, доцент А. В. Папин  
**Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф.  
Горбачева, г. Кемерово, Россия**

Развитие промышленности в технически развитых странах требует потребления жидкого и газообразного углеводородного сырья [4]. Со временем добыча нефти будет только дорожать, а новые нефтеносные провинции будут открываться во все более и более труднодоступных и дорогих в освоении регионах планеты [9]. Поэтому все более и более остро встает проблема о разработке альтернативных видов жидкого топлива.

На данный момент, существует множество разработок, связанных с получением аналогов жидкого топлива из нефти и угля, но не одна из этих разработок не запущена в массовое производство, по причине того, что получаемое топливо должно отвечать жестким требованиям современного рынка: стабильность основных технологических характеристик, задаваемых потребителем, рентабельность производства и минимально возможное негативное экологическое воздействие на окружающую среду при его получении и использовании [2].

В литературе описан ряд способов получения жидкого топлива.

Угли открытой добычи могут рассматриваться как перспективное сырье для переработки в жидкое топливо [4]. Эффективная переработка углей может осуществляться в широком диапазоне температур. В первом температурном интервале – в области низких температур (10-40 °С), т. е. без теплового воздействия, из углей путем преимущественно механического воздействия могут быть получены водоугольные суспензии, пригодные для транспортировки по трубопроводам на большие расстояния [8]. Известен способ получения водоугольного топлива на основе ископаемых углей. Способ характеризуется тем, что предварительно измельченный исходный продукт подвергают в две и более стадии мокрому измельчению в роторном гидродинамическом кавитационном аппарате. Каждую стадию мокрого измельчения ведут в замкнутом цикле с классификацией водоугольной суспензии [7]. Еще один известный способ получения ВУТ предусматривает следующее: уголь после предварительного дробления подвергают сухому измельчению в роторно-вихревой мельнице. В процессе измельчения одновременно производится сепарация угля от минеральных компонентов и гидрофобизация частиц угля. Далее проводится смешивание частиц угля с водой с образованием коллоидной гидросмеси. В результате получается ВУТ [1].

С экологической позиции перспективным способом получения ВУТ, является способ получения из угольных шламов. Водоугольную суспензию перемешивают, затем добавляют мазут и вновь перемешивают. При этом образуются углемазутные гранулы (УМГ). Таким образом, приготовленное водоугольное топливо содержит углемазутные гранулы гумат натрия и остальное – вода [6].

Но производство ВУТ связано с одним большим недостатком – возможности применения способа только в регионах, где развита угольная промышленность и снижении экономической эффективности в случае транспортировки полученного топлива на дальние расстояния.

В наших исследованиях предлагается получение композитного жидкого топлива из твердого углеродного остатка пиролиза отработанных автошин, которые являются отходом, распространенным повсеместно.

Цель научно-исследовательской работы – разработка технологии получения композиционного жидкого вида топлива из твердого остатка пиролиза автошин.