

# ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ УГЛЕРОДНОГО КАРКАСА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ИГОЛЬЧАТЫХ КОКСОВ

Никитин А.П.<sup>1</sup>, Созинов С.А.<sup>1</sup>, Попова А.Н.<sup>1</sup>, Исмагилов З.Р.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт углехимии и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН

<sup>2</sup>Институт катализа СО РАН

*NikitinAndreyP@yandex.ru*

Процесс коксования сопровождается изменением молекулярных структур, состоящих из атомов углерода, с переходом атомов из  $sp^3$  в  $sp^2$ -состояние. Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР-спектроскопия) является признанным методом изучения углеродных материалов.

Объектами исследования стали промышленные образцы нефтяных и пековых игольчатых коксов разных производителей [1, 2].

КР-спектры регистрировались на спектрометре Renishaw Invia Basis с возбуждающей светом 514.5 нм (аргоновый лазер). Для каждого из представленных образцов проводили измерение в спектральном диапазоне Рамановского смещения, характерного для первого порядка рассеяния углеродных материалов –  $900 \div 1900 \text{ см}^{-1}$  в расширенном режиме сканирования. Мощность лазерного излучения, попадающая на образец, не превышала 1.25 мВт, количество накоплений полезного сигнала для всех образцов составляло 5 раз, со временем экспозиции на каждый спектр 30 с.

Полученные КР-спектры можно разделить на две группы (рисунок 1): в первую входят образцы «зеленого» игольчатого кокса; во вторую высокотемпературные прокаленные игольчатые коксы. Для всех спектральных полос этих материалов, характерна Лоренцева форма. В качестве меры оценки структуры углеродного каркаса кокса выбрана степень графитизации, которая рассчитывается как отношение площади под G-полосой к общей площади под спектром первого порядка рассеяния, величина выражается в процентах

$$G_F = \frac{A(G)}{\sum_{\nu=900}^{\nu=1900} A} \cdot 100\% .$$

Отличительной особенностью первой группы является наличие в КР-спектров сигналов от молекулярных фрагментов случайного строения (R-полосы). Степень графитизации образцов «зеленого» кокса находится на уровне ~15 %.

Во второй группе образцов молекулярные фрагменты стохастического строения переходят в графитовую (G-полоса) и аморфную (D3-полоса) фазы, в том числе и в виде дефектов графитовой структуры (D1 и D2-полосы) и цепочечных структур из  $sp^3$ -гибридизованных атомов углерода (D4-полоса). Степень графитизации этой группы высокотемпературных образцов находится на уровне ~25%.

Результаты КР-спектроскопии согласуются с результатами, полученными другими физическими методами: РФА, СЭМ, ЭПР [1, 2].

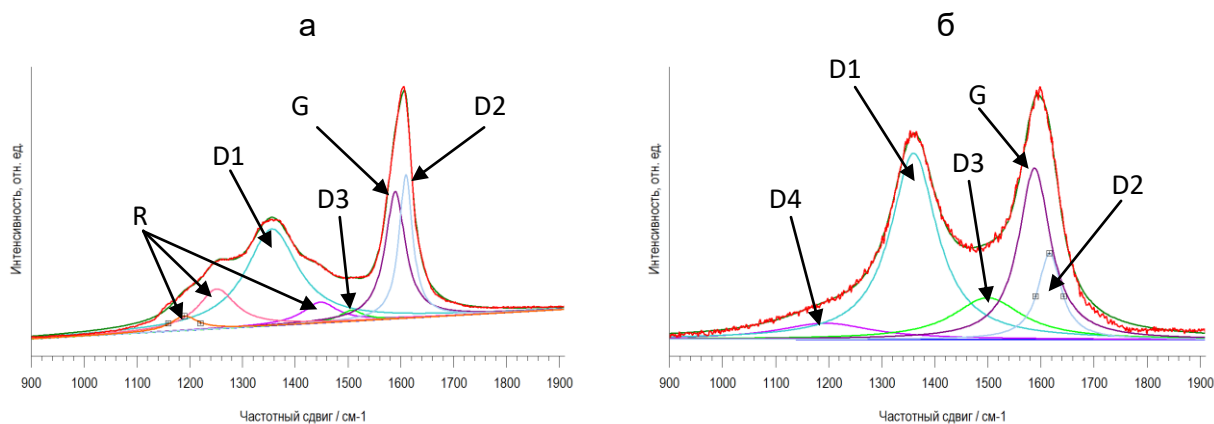


Рисунок 1 – Характерный способ разложения КР-спектров образцов «зеленого» кокса (а) и прокаленного игольчатого кокса (б) на составляющие колебания.

КР-спектроскопия является одним из универсальных неразрушающих методов исследования молекулярной структуры игольчатого кокса в процессе формирования углеродного каркаса и для экспресс-оценки качества конечного продукта.

В докладе будет приведен анализ КР-спектров игольчатых коксов.

#### Список литературы:

1. Исмагилов З.Р., Никитин А.П., Вальнюкова А.С., Михайлова Е.С., Запорин В.П., Галяутдинов А.Г. Исследование промышленных образцов игольчатых коксов методом ЭПР // Кокс и химия. 2019. № 3. С. 8-14.
2. Исмагилов З.Р., Созинов С.А., Попова А.Н., Запорин В.П. Комплексное исследование игольчатых коксов методами рентгеноструктурного анализа и сканирующей электронной микроскопии // Кокс и химия. 2019. № 4. С. 10-18.