

## **ПОЛУЧЕНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ АДсорбЕНТОВ ПИРОЛИЗОМ ГАЗООБРАЗНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ**

Среди материалов, построенных из атомов углерода, особое место занимает, так называемый, активный углерод. Его можно представить как конструкцию, построенную из слоев атомов углерода, образующих структуру, подобную графиту. Отличие от графита обусловлено различной степенью внутри- и межслоевой разупорядоченности атомов. Благодаря такой конструкции активный углерод имеет пористое пространство, объем и размер пор которого определяются размером первичных кристаллитов, характером их упаковки и взаимной ориентацией. В связи с этим другим часто встречающимся в литературе названием активного углерода является название "пористый углеродный материал" (ПУМ).

В настоящее время ПУМ представляют собой важнейший класс адсорбентов, катализаторов и носителей, промышленное производство которых измеряется многими сотнями тысяч тонн и непрерывно возрастает из-за расширения традиционных и появления новых областей применения. Среди них следует особо отметить процессы короткоциклового безнагревного адсорбционного разделения газов, наполнители контейнеров для хранения природного газа, тепловые машины, гидрометаллургию, гемосорбцию, носители каталитически активных компонентов и многое другое.

Традиционной схемой получения ПУМ является высокотемпературный пиролиз (карбонизация) твердого углеродсодержащего сырья (древесина, природные угли, полимерные материалы) с последующей обработкой продукта карбонизации парами воды, двуокисью углерода и другими веществами, окисляющими углерод.

Этот метод получения имеет недостатки, среди которых наиболее существенными, влияющими на потребительские свойства конечного продукта являются следующие: а) углеродные кластеры и кристаллиты образуются в результате твердофазных плохо контролируемых превращений исходного углеродсодержащего сырья; б) минеральные примеси, содержащиеся в исходном сырье, переходят в состав конечного углеродного материала [1].

В настоящее время наиболее интенсивно развивается новый подход к синтезу ПУМ, обеспечивающий контроль как за стадией образования первичных кластеров углерода, так и за процессом ассоциации кластеров в частицу активного углерода. Согласно этому подходу ПУМ получают путем каталитического пиролиза газообразных углеводородов (метан, пропан, ацетилен и т.д.) на поверхности твердого катализатора.

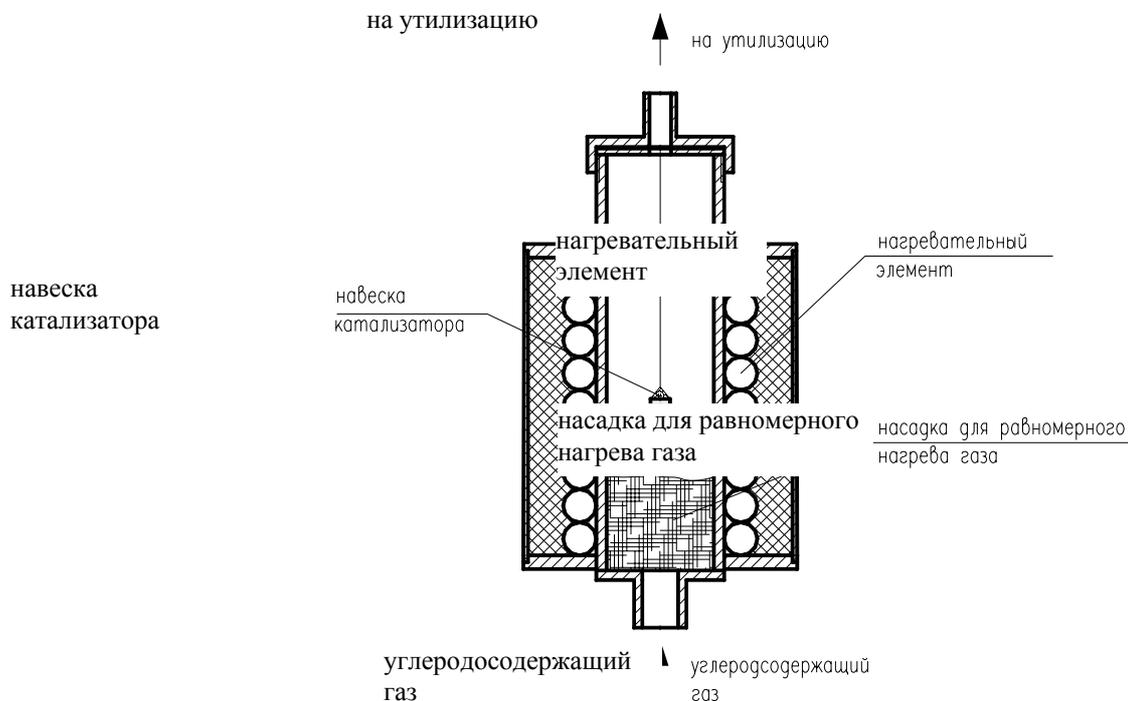
На базе Тамбовского инновационно-технологического центра машиностроения специалистами ТГТУ были получены ПУМ путем пиролиза пропан-бутановой смеси на поверхности твердого катализатора на основе никеля.

Исходный раствор для получения катализатора приготавливали следующим образом: порошок из 1,94 г  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и 2,54 г  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  был тщательно перемешан с последующим добавлением 2 г лимонной кислоты и 20 мл деионизированной воды для формирования раствора [2]. Раствор в керамическом тигле помещали в печь, предварительно разогретую до температуры 823 К, и выдерживали в течение 10 мин. Полученный порошок измельчали до однородного состояния.

Навеску катализатора помещали в реактор (рис. 1). В реактор подавали пропан-бутановую смесь и нагревали реактор до 893 К. Скорость нагрева составляла 1 К/с. Образец выдерживали при данной температуре в течение 30 мин. Расход газа составлял 6 л/ч. После этого нагрев отключали и охлаждали аппарат до комнатной температуры, навеску доставали и взвешивали. Полученный продукт, представлял собой порошок черного цвета. Отмывку материала от катализатора проводили в азотной кислоте с концентрацией 10 % масс. в течение 2 ч при  $T = 333 \text{ K}$ , затем в дистиллированной воде до нейтрального pH.

Удельный выход продукта составлял 20...25 г продукта/г катализатора.

Оценка пористой структуры и сорбционной емкости образца производилась специалистами ТамбовНИХИ на приборах микроструктурной лаборатории Carlo Erba методом ртутной порометрии (с возможностью измерения минимальных размеров пор до 30 А°).



**Рис. 1** Схема реактора

Прямое измерение пористой структуры образца порошка не позволило провести оценку распределения пор по радиусам. Для проведения исследований из порошка была спрессована таблетка диаметром 10 мм.

Суммарная поверхность измеренных пор составила  $69,66 \text{ м}^2/\text{г}$ . По литературным данным удельная поверхность фуллерена  $\text{C}_{60}$  –  $0,12 \dots 0,15 \text{ м}^2/\text{г}$ .

Характеристический радиус измеренных пор равен  $39 \text{ \AA}$ .

Суммарная пористость –  $52,15 \%$ .

Статическая сорбционная емкость образца по парам бензола составила  $0,07 \text{ см}^3/\text{г}$ . Оценка проводилась эксикаторным методом.

На основании проведенных исследований пористой структуры полученный материал можно отнести к наноструктурированным материалам, которые могут быть использованы в качестве высокоэффективных адсорбентов нового поколения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Лихолобов В.А. Каталитический синтез углеродных материалов и их применение в катализе // Соросовский образовательный журнал, 1997. № 5. С. 35 – 42.

2 Chen P., Zhang H.-B., Lin G.-D., Hong Q., Tsai K.R. Growth of carbon nanotubes by catalytic decomposition of  $\text{CH}_4$  or  $\text{CO}$  on a Ni-MgO catalyst // Carbon Vol. 35, 1997. No. 10 – 11. P. 1495 – 1501.