

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты теплофизических, электрических и магнитных испытаний твердых продуктов термокаталитического пиролиза. Даны рекомендации по использованию исследованных углеродных образцов для изготовления нагревательных элементов и для прессования штучных изделий с увеличенной теплопроводностью. Наибольший практический интерес представляет возможность использования их в электротехнической, электронной промышленности и приборостроении.

УДК 66.097.3

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ПРОДУКТОВ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОГО ПИРОЛИЗА

А.Р.Галикеев (докторант УГНТУ)

Теплофизические, электрические и магнитные испытания образцов твердых продуктов термокаталитического пиролиза легкого углеводородного сырья проводились совместно с электролабораторией ЦПТЭЛ ООО «Баштрансгаз» ОАО «ГАЗПРОМ».

Образцы представляли собой порошки черного цвета различной дисперсности и различного фракционного состава:

образец №1 – очень рыхлый, комкующийся (фр. 192-215 мкм);

образец №2 – рыхлый, комкующийся (фр. 147-192 мкм);

образец №3 – рыхлый, слабо комкующийся (фр. 113-147 мкм);

образец №4 – рыхлый, слабо комкующийся (фр. 74-113 мкм);

образец №5 – сыпучий, воспринимает холодное прессование (фр. 45-74 мкм).

Теплофизические испытания.

Оборудование – стандартный прибор для измерения теплофизических свойств порошкообразных материалов ИТЭМ-1М, определяемый параметр – коэффициент теплопроводности K_T (Вт/м·К).

Образец №1 – $K_T = 0,032$ Вт/м·К;

образец №2 – $K_T = 0,046$ Вт/м·К;

образец №3 – $K_T = 0,050$ Вт/м·К;

образец №4 – $K_T = 0,050$ Вт/м·К;

образец №5 – $K_T = 0,052$ Вт/м·К.

Электрофизические испытания.

Оборудование – стандартный миллиомметр Е6-18/1, определяемые параметры – сопротивление R (Ом) и удельное объемное сопротивление ρ_v (Ом·м).

Образец №1 – $R = 65$ Ом, $\rho_v = 1,1 \cdot 10^5$ Ом·м;

образец №2 – $R = 35,5$ Ом, $\rho_v = 3,9 \cdot 10^4$ Ом·м;

образец №3 – $R = 25$ Ом, $\rho_v = 3,3 \cdot 10^4$ Ом·м;

образец №4 – $R = 17$ Ом, $\rho_v = 10,0 \cdot 10^4$ Ом·м;

образец №5 – $R = 9,1$ Ом, $\rho_v = 9,6 \cdot 10^4$ Ом·м.

Измерения электрических свойств системы, проведенные на частотах до 1 МГц, не выявили зависимости электрического сопротивления от частоты измерения для всех фракций, что объясняется отсутствием скин-эффекта у порошковых систем. Вольтамперные характеристики системы, снятые на частоте 1600 Гц подчинялись закону Ома без каких-либо отклонений.

На температурных зависимостях изменения электросопротивления для всех фракций при температуре выше 350°С отмечается увеличение удельного электросопротивления с ростом температуры, что, по-видимому, связано с наличием металлического типа проводимости.

При более низких температурах был обнаружен обратный тип зависимости. При этом для ряда фракций (образцы №4 и №5) наблюдается плато в области температур 280-320°С. Перечисленные факты позволяют предположить, что система в определенном интервале температур обладает полупроводниковой проводимостью, присущей ряду соединений железа.

Все исследованные образцы проявляют магнитные свойства.

Определение магнитных характеристик.

Оборудование – вибрационный магнитометр UMV-1100, определяемый параметр – величина коэрцитивной силы μ_k (Э).

Измерения магнитных свойств, выполненных на вибрационном магнитометре, не выявили зависимости коэрцитивной силы от размера фракций на частоте измерения 50 Гц. Ее величина составила $\mu_k=150$ Э.

Результаты исследований электрических и магнитных параметров системы, проведенные на частотах до 1 МГц, не позволили объяснить особенности образования волокнистого углеродного вещества на катализаторе. Поэтому дальнейшие исследования электрических и магнитных свойств системы проводились в области сверхвысоких частот (9,6 ГГц) волноводным методом короткого замыкания - холостого хода.

Сущность этого метода заключается в последовательном помещении образца в кювете из органического стекла в места волновода, имеющие максимальное электрическое и минимальное магнитное поле или максимальное магнитное и минимальное электрическое поле. При этом измерялся сдвиг частоты и коэффициент бегущей волны с помощью измерительной линии 33 Н.

Выбор диапазона частот был обусловлен возможностью измерения электрических и магнитных параметров бесконтактным методом. В данном диапазоне частот магнитные характеристики весьма чувствительны к состоянию поверхности ферромагнетика, на которой происходит реакция каталитического дегидрирования.

Низкое значение магнитной проницаемости системы при выбранной частоте измерений для всех фракций связано с проявлением предельного эффекта Снука. Для крупных фракций (образцы №1, №2 и №3) наблюдается падение магнитной проницаемости от времени проведения процесса вследствие увеличения относительной доли углерода в системе. Магнитная проницаемость мелкой фракции (образец №5) не зависит от времени проведения процесса вследствие того, что в нее попадает железо, не связанное с углеродными волокнами.

Представленные на испытания образцы являются полупроводниками с хорошими электрическими свойствами. По своим тепло- и электрофизическим свойствам они пригодны для изготовления нагревательных элементов и для прессования штучных изделий с увеличенной теплопроводностью. Образец №5 представляет наибольший практический интерес и может рекомендоваться для использования в электротехнической, электронной промышленности и приборостроении.