

Структурные исследования нанокристаллического графита Ихальского месторождения

*Солонинкина М.В.*¹

mas31393@yandex.ru

¹ КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия

Наноструктурированные углеродные материалы вызывают интерес благодаря размерно-зависимым свойствам [1]. Природный графит может служить источником нанокристаллического графита (<100 нм), однако влияние переработки на его наноразмерные параметры изучено недостаточно. Ихальское месторождение (Карелия) – один из перспективных источников графитового сырья в Европе. Цель работы – изучение структурных характеристик нанокристаллического графита, полученного из природного графита м. Ихала.

В работе использован комплекс взаимодополняющих методов анализа, апробированный ранее на природном графите из Бразилии [2] и искусственных графитах.

Использовали методы рентгеноструктурного анализа (РСА), комбинационного рассеяния (КРС) и синхронного термического анализа (СТА) для определения фазового состава, размера кристаллитов (L_c и L_a), степени графитизации и структурного совершенства образцов (I_D/I_G) исходного и обогащенного графита.

Из образца исходной графитовой руды (Их-1) были получены: продукт химического обогащения (Их-2), флотационные концентраты по технологиям ВНИИнеруд (Их-3) и КарНЦ РАН (Их-4).

Установлено, что графит м. Ихала во всех образцах нанокристаллический с размерами кристаллитов 3–10 нм. По данным РСА, Их-1 содержит 10.8% β -графита, ~65% кварца и ~21.1% пирротина; размер кристаллитов минимален ($L_c = 3.5$ нм, $L_a = 4.0$ нм).

В Их-2 удаляется кварц, содержание углерода ~25%, размер кристаллитов ~4 нм, частичный переход $\beta \rightarrow \alpha$ (до 76.5% α -фазы). Флотационные методы существенно меняют наноструктуру. В Их-3 содержание углерода ~90.0% (β -графит, 77.6%), размер кристаллитов удваивается ($L_c = 6.2$ нм, $L_a = 7.5$ нм), снижается дефектность ($I_D/I_G = 0.15$). Наибольшее структурное совершенство достигнуто в Их-4: 98.0% углерода, полный переход в α -графит, кристаллиты 9.5–10.2 нм, $I_D/I_G = 0.08$, что указывает на частичную рекристаллизацию. Данные СТА коррелируют с результатами РСА и КРС: содержание углерода для Их-3 и Их-4 – 89% и 97%, и температура окисления повышается от 580°C (Их-1) до 710°C (Их-4) вследствие уменьшения дефектности.

Показано, что природный графит Ихальского месторождения является нанокристаллическим материалом, из которого получен концентрат, содержащий 98% углерода с совершенной наноструктурой и минимальной дефектностью.

Работа выполнена в рамках Госзадания КарНЦ РАН - FWME-0222-2019-0065.

Ссылки

1. Sheng-zhi Duan, Xiao-wen Wu, Yi-fan Wang, Jian Feng, Shi-yu Hou, Zheng-hong Huang, Ke Shen, Yu-xi Chen, Hong-bo Liu, Fei-yu Kang, Recent progress in the research and development of natural graphite for use in thermal management, battery electrodes and the nuclear industry, New Carbon Materials, V 38, Is 1, 2023, P. 73-91
2. М. В. Солонинкина, Д. В. Логинов, С. А. Мошкалев, Н. Н. Рожкова. Анализ структуры бразильского графита посредством методов рентгеновской дифракции, растровой электронной микроскопии и термогравиметрического анализа с синхронной дифференциальной сканирующей калориметрией. Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования (2025), 4, с. 11.