

INTEGRATED CHEMICAL PROCESSES FOR GRAPHITE PURIFICATION AND WASTEWATER MANAGEMENT

Khomenko V.G., Makyeyeva I.S., Kyslova O.V., Patlun D.V., Plavan V.P.

*Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine
Mala Shyianovska (Nemyrovycha-Danchenka) Street, 2, Kyiv 01011*

Графіт є універсальним матеріалом з широким спектром застосування в сучасній промисловості завдяки своїм унікальним фізичним і хімічним властивостям. Висока електропровідність, пластичність та механічна міцність обумовлюють його використання у ливарній справі, атомній енергетиці та аерокосмічній галузі, для виготовлення акумуляторних батарей, електродів, мастильних, вогнетривких та композитних матеріалів різного призначення [1].

Для виготовлення анодної маси акумуляторів електромобілів необхідна значна кількість малозольного графіту, де вміст основної речовини становить понад 99,95 %. Тому завдання даного дослідження полягало в удосконаленні методів хімічного доочищення промислових зразків вітчизняного графіту марок GAK-2 та GUPG-92 Заваллівського родовища для отримання малозольного графіту високої якості. Вибір марки графіту GUPG-92 був обумовлений його низькою вартістю у порівнянні з GAK-2 [2].

Очищення природних зразків графіту здійснювали шляхом їх обробки розбавленими розчинами нітратної або сульфатної кислот з додаванням амоній фториду для руйнування структури домішок мінералів та їх подальшого розчинення [3]. Ступінь очищення графіту визначали методом озолення його наважки в муфельній печі до постійної маси при температурі 1050 °С. Хімічний склад домішок у зразках графіту досліджували за допомогою рентгено-флуоресцентного аналізу з використанням спектрометра Oxford Instruments X-Supreme 8000 (Великобританія) [2].

Загальні результати досліджень наведено в таблиці 1. Отримані дані свідчать, що за один цикл кислотної обробки розбавленими розчинами вдалось досягти необхідного ступеня чистоти для графіту марки GAK-2.

Таблиця – Елементний аналіз зразків графіту

Зразок Елемент	GUPG-92			GAK-2		
	До очистки	HNO ₃ з NH ₄ F	H ₂ SO ₄ з NH ₄ F	До очистки	HNO ₃ з NH ₄ F	H ₂ SO ₄ з NH ₄ F
Зольність, %	7,33	0,99	1,03	0,81	0,03	0,02
C, %	92,67	99,01	98,97	99,19	99,97	99,98
Al, мг/кг	2748	396,6	332,4	77	8,9	5,8
Si, мг/кг	6349	1878,8	3336,2	385	65,4	44,5
K, мг/кг	1099	97,9	71,9	7	0,8	0,5
Ca, мг/кг	1397	32,4	38,8	73	5,0	3,0
Fe, мг/кг	29705	3259,3	1430,0	4269	42,7	20,0

Для графіту марки GUPG-92 необхідний другий цикл обробки кислотними сумішами, проте можна використати суміш з нижчою концентрацією компонентів (перевага надається сульфатній кислоті як кислоті-неокиснику).

Процес очищення графіту супроводжується утворенням значної кількості стічних вод з $pH < 1$, які містять іони важких металів. Для їх знешкодження використовували реагентний метод [4]. За допомогою кальцій гідроксиду значення pH доводили до 5,5-6,5 та осаджували гідроксиди важких металів. Подальші дослідження пов'язані з удосконаленням методів очищення графіту марки GUPG-92 та розробкою замкненого циклу очищення графіту: використанням очищених стічних вод для першої та другої промивки зразків графіту, а також з можливостями використання утвореного шламу.

Література

1. Jara A., Kim J. Chemical purification processes of the natural crystalline flake graphite for Li-ion Battery anodes // Materials Today Communications. – 2020. – 25.101437, ISSN 2352-4928.

2. Макєєва І.С., Кислова О.В., Патлун Д.В., Хоменко В.Г., Нікулін Д.О. Розробка методів підвищення ефективності хімічного очищення природного графіту // _Технології та інжиніринг. – 2024. – № 2 (19). – С. 117–124.
3. Kuang J.C., Xu H., Xie W., Peng, S. Investigation of purification technology for aphanitic graphite by ammonium fluoride and hydrochloric acid // Materials Science. – 2013. – № 27. – P. 9–12.
4. Qasem N.A.A., Mohammed R.H., Lawal D.U. Removal of heavy metal ions from wastewater: A comprehensive and critical review // Clean Water. – 2021. – Vol.4, № 36. – P.1-15.