

УДК 669.793; 542.06

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ДИОПСИДА

А. Д. ЗАЙЦЕВА, С. С. ГАЛАКТИОНОВ, А. Н. КРАСНОЩЕКОВ

Научный руководитель Е. Н. КУЗИН, канд. техн. наук, доц.

Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
Москва, Россия

Сложная геополитическая ситуация диктует необходимость поиска новых сырьевых источников для добычи редких и рассеянных элементов. Одним из наиболее востребованных металлов является скандий. Легирование алюминия 2...5-процентной добавкой Sc позволяет существенно повысить эксплуатационные свойства сплава. Сплавы на основе алюминия и скандия нашли широкое применение в медицинской, космической, авиационной и других отраслях промышленности.

Одним из наиболее перспективных источников для добычи соединений скандия является диопсид – магнийсодержащий материал из группы пироксенов. Сернокислотная переработка диопсида позволяет получать кислые магнийсодержащие растворы с содержанием соединений скандия 12...20 мг/дм³ [1, 2].

На первом этапе работ в рамках импортозамещения были разработаны методики аналитического контроля высокоминерализованных (до 200 г/дм³ серной кислоты или 50 г/дм³ смеси солей) растворов с использованием атомно-эмиссионного спектрометра с магнитной плазмой. Данное технологическое решение позволило отказаться от сложной процедуры пробоподготовки и удешевить стоимость анализа [3].

Основываясь на концепции энерго- и ресурсосбережения, первым этапом внедрения инноваций стала замена процесса жидкостной экстракции на твердофазную. Применение импрегнатов на основе макропористых активированных углей позволило отказаться от жидкофазной экстракции с использованием горючих растворителей (керосина). По своей эффективности и селективности импрегнаты не уступают коммерческим твердым экстрагентам, при этом их стоимость в среднем в 5–7 раз ниже [2].

Следующим этапом внедрения новых разработок стало внедрение реэкстрагентов на основе смеси аммонийных солей (фторид/сульфат) или растворов оксиэтилидендифосфоновой кислоты. Степень реэкстракции вновь предлагаемыми реагентами превысила 90 %. Отказ от использования фтороводорода позволил не только повысить уровень экологической безопасности производства, но и существенно снизить себестоимость получаемого скандиевого концентрата.

Не менее актуальным является вопрос осаждения соединений скандия из реэкстрактов. Так, в случае применения указанных выше экстрагентов становится возможным осаждение соединений скандия магний- или кальцийсодержащими материалами (соли/оксиды), при этом эффективность выделения скандия из раствора превышает 95 %.

Заключительным этапом внедрения новых технологических решений является технология нейтрализации маточных растворов, прошедших экстракцию скандия. Нейтрализация свободной серной кислоты бруситсодержащими отходами производства огнеупоров (периклаза) позволила вернуть часть фторидов на стадию вскрытия руды, получить железосодержащее сырье для получения комплексных коагулянтов [4]. Очищенные растворы с содержанием сульфата магния до 500 г/дм^3 направляют на стадию сушки с получением сульфата магния – ценного удобрения.

Принципиальная схема комплексной переработки диопсида с получением широкого спектра товарных продуктов представлена на рис. 1.

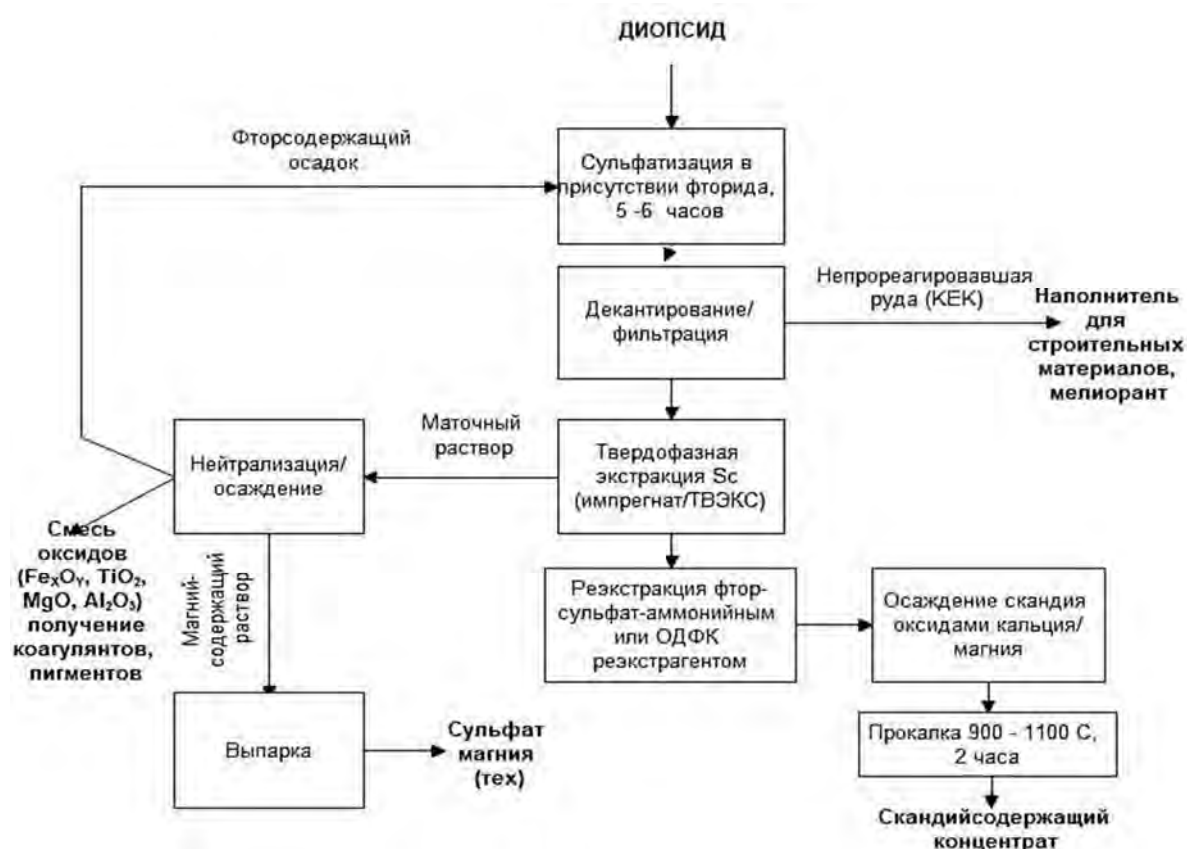


Рис. 1. Комплексная схема переработки диопсида

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нейтрализация сернокислых растворов при комплексной переработке диопсидсодержащих отходов обогащения / Е. Н. Кузин [и др.] // Обогащение руд. – 2019. – № 4. – С. 38–43.
2. Оценка возможности использования твердых экстрагентов на основе ДЭГФК/ТБФ в процессах извлечения скандия из сернокислотных растворов переработки диопсида / Е. Н. Кузин [и др.] // Вестн. технол. ун-та. – 2020. – Т. 23, № 1. – С. 64–67.
3. Кузин, Е. Н. Применение метода атомно-эмиссионной спектроскопии с СВЧ (магнитной) плазмой в процессах идентификации химического состава отходов сталеплавильного производства / Е. Н. Кузин // Черные металлы. – 2022. – № 10. – С. 79–82.
4. Очистка кислотно-щелочных сточных вод гальванического производства с использованием инновационных реагентов / Е. Н. Кузин [и др.] // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2020. – Т. 28, № 3. – С. 37–44.