

Государственный контракт от 02 июня 2010 г. № П1121.

«Наномасштабные изменения структуры и разрушение природных геоматериалов в процессах добычи твердых полезных ископаемых».

Для горной промышленности всегда была очень актуальна задача увеличения эффективности добычи рудного сырья и его обогащения. Ввиду гигантского тоннажа производства даже небольшое увеличение извлекаемости полезного компонента из руды или уменьшение энергоемкости процесса ее обогащения дает огромный экономический эффект. Наиболее точным, но и весьма долгим и трудоемким методом получения информации, необходимой для оперативного управления процессом обогащения руды, является химический анализ. Другой используемый метод основан на визуальном исследовании образцов с помощью микроскопа. Этот метод также требует большого времени и высокой квалификации оператора.

Оптическая микроскопия стала успешно применяться для определения минерального состава образцов горных пород более 100 лет назад. Так, в начале 20 века Мердок (1916) подробно изучал цвета рудных минералов в отраженном свете и использовал микро-химические методы для идентификации этих полезных ископаемых. Впоследствии его работу продолжили другие исследователи, используя более совершенную технику и применяя передовые (по тому времени) методики, включающие фотометрию и поляризационную оптику. В то же время, с совершенствованием микроскопической техники и линз спектр наблюдаемых свойств образцов сильно расширился. Это привело к тому, что в 1962 году «Комиссия по микроскопии руд», США создала ресурс «Таблица количественных данных» в которой содержатся изображения стандартных образцов различных минералов. Это позволяет более точно идентифицировать исследуемые минералы [1].

Современные способы получения и обработки изображений весьма

обширны и позволяют исследовать практически все известные минералы.

Известный Бельгийский исследователь E. Pirard показал перспективность использования различных светофильтров по длине волны света: красный, зеленый и голубой (RGB) для идентификации многофазных систем, неразличаемых с помощью электронной микроскопии в обратноотраженных электронах (халькопирит / пентландит) и энерго-дисперсионного анализа (гематит / магнетит / гетит, марказит / пирит).

Применяя этот метод, G.R. Lane с соавторами обосновал его продуктивность для контрастирования различных включений галенита (сульфид свинца), сфалерита (сульфида свинца) и халькопирита (медный колчедан).

Следует отметить, что попытки использования стандартных универсальных программ (например, AxioVision [3] и др.) были связаны с трудоемким и долгим процессом ручных настроек и требовали высокой квалификации оператора, что делает их малоприспособными для использования в промышленности. Во многих работах подчеркивалась необходимость и важность разработки более автоматизированных и специализированных методик и программно-аппаратных средств для оптимизации технологических процессов.

Однако, возможности оптической микроскопии не ограничены только фазовым анализом минералов, но и позволяют, например, определить формфактор (аспектное соотношение) и шероховатость поверхности железорудных окатышей для доменных печей.

Совместное использование анализа изображений и комплекса современных методов наноиндентирования может позволить быстро прогнозировать технологическую ценность руды (измельчаемость, обогащаемость и т.д.) и оптимизировать процесс ее обогащения на основе полученного комплекса морфологических и физико-механических параметров.

По результатам выполнения проекта разработан программно аппаратный комплекс для аттестации магнетит гематитовых руд.

Программно-аппаратный комплекс реализован как в виде самостоятельной системы, так и в виде приставок для оптических микроскопов.

Основной вид испытаний – анализ изображения микрошлифов и микроиндентирование – реализуется с помощью оригинального алгоритма обработки изображений и приложением микронагрузки к специально аттестованному зонду и прецизионным измерением деформации материала с разрешением порядка 5 нм. Такой метод пригоден для решения разнообразных горно-инженерных задач и выяснения корреляций между структурой руды и параметрами ее обогащаемости.

Список публикаций.

1. Шуклинов А.В., Головин Ю.И. Анализ изображений микрошлифов магнетит-гематитовой руды// Вестник Томского государственного педагогического университета, 2012, Т. 10, С.110-112.