

УДК 621.774.35:621.789

Т.Я. Малышева, А.А. Сухарева, Д.Б. Макеев

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ КРАСНЫХ ШЛАМОВ ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ В ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ АТМОСФЕРЕ

Аннотация. Исследование позволяет утверждать, что красные шламы активизируют процессы упрочнения окатышей на стадиях твердо- и жидкофазного спекания.

Ключевые слова: красные шламы, окатыши, гематит, ферриты, кремний-щелочные силикаты.

RED MUD PHASE TRANSFORMATIONS AT HEAT TREATMENT IN OXIDIZING ATMOSPHERE

Abstract. The study suggests that the active processes of red mud pellets for hardening stages of solid-and liquid-phase sintering.

Keywords: red mud, pellets, hematite, ferrites, silicon-alkali silicates.

Красные шламы (КШ) являются отходами глиноземного производства, образующимися при переработке бокситов. В настоящее время в мировом масштабе количество накопленных отходов исчисляется сотнями миллионов тонн. Большое количество железа в составе КШ допускает возможность их использования в черной металлургии в виде добавки в шихту для производства окатышей.

Однако в составе КШ помимо железа содержится определенное количество нерудных компонентов в виде оксидов кальция, кремния, алюминия и щелочей. В этом случае при обжиге окатышей КШ могут быть использованы в роли расплавообразующей добавки, особенно при производстве низкоофлюсованных окатышей из концентратов тугоплавких руд, например, железистых кварцитов Курской магнитной аномалии.

Поскольку анализ предварительных результатов обжига окатышей свидетельствует о том, что добавка КШ в шихту для производства окатышей повышает их физико-механические свойства, в лабораторных условиях были проведены спекания брикетов КШ из отходов

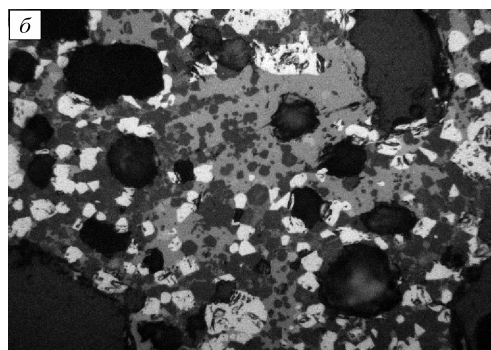
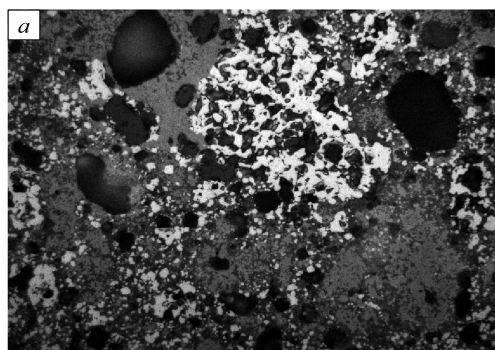
Уральского алюминиевого завода. Химический состав КШ, % (по массе) приведен ниже:

SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	
14,50	10,85	12,80	46,70	4,70	0,24	
TiO ₂	MgO	MnO	P ₂ O ₅	V ₂ O ₅	C	S
4,70	0,78	0,74	0,76	0,15	0,69	0,83

Опыты проводились в условиях, максимально приближенных к температурно-временным режимам, существующим на горно-обогатительных комбинатах. Брикеты КШ спекались в муфельной печи на воздухе:

- нагрев со скоростью 70 град/мин;
- выдержка в течение 20 мин при температурах от 800 до 1300 °С через каждые 100 град;
- медленное охлаждение брикетов со скоростью 100 град/мин.

Методом оптического анализа установлено, что на стадии твердофазного спекания (800 – 1000 °С) мелкая фракция КШ к уровню температуры 1000 °С превратилась в плотную феррито-силикатную массу (см. рисунок, а).



Порядок фазовых превращений при окислительном обжиге КШ: на стадиях твердофазного (а) и жидкофазного (б) спекания. Отраженный свет, $\times 500$

На заключительной стадии обжига (1100–1300 °С) в составе КШ между появившимися минеральными фазами завершилось перераспределение компонентов шихты. Вне реакции упрочнения в составе крупной фракции остаются обломки зерен гематита и перовскита.

Оптическим и рентгеноспектральным методами исследования на месте феррито-силикатной массы диагностированы новообразования трех минеральных фаз: ферритной и двух силикатных, различающихся по отражательной способности и морфологической форме кристаллов (см. рисунок, б).

Анализ состава минеральных фаз свидетельствует о том, что:

- трехвалентное железо является основным «строителем» ферритной фазы;
- оксид кальция присутствует во всех оптически наблюдаемых фазах КШ;
- оксиды кремния и алюминия входят в состав силикатных и ферритных фаз;

– щелочные компоненты шихты целиком переходят в железокальциевые силикаты.

По предварительным данным кремний-щелочные силикаты представляют собой сложные твердые растворы минералов группы мелилита и скаполита.

Фазовые превращения КШ в интервале температур, соответствующих температурам в зонах подгрева и обжига на промышленных машинах позволяют утверждать, что добавка в железорудную шихту окатышей КШ способствует активным процессам ферритообразования на стадии твердофазного спекания шихты и расплавообразования на этапе жидкофазного упрочнения окатышей, что является основной причиной роста прочности готовой продукции.

© 2013 г. Т.Я. Мальшева, А.А. Сухарева,
Д.Б. Макеев

Поступила 4 февраля 2013 г.

УДК 669.15:539.12.04:620.186

Л.П. Бащенко¹, Ю.Ф. Иванов², Е.А. Будовских¹

¹ Сибирский государственный индустриальный университет
² Институт сильноточной электроники СО РАН (г. Томск)

МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ТИТАНА VT1-0 ПРИ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОМ КАРБОБОРИРОВАНИИ И ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКЕ

Аннотация. Методами сканирующей электронной микроскопии и измерения микротвердости изучены особенности влияния импульсно-периодической электронно-пучковой обработки на структуру зоны электровзрывного карбоборирования технически чистого титана. Установлено, что обработка приводит к сглаживанию рельефа поверхности и высокого градиента микротвердости в тонком поверхностном слое. Уровень микротвердости в глубине зоны упрочнения уменьшается, но глубина этой зоны увеличивается.

Ключевые слова: технически чистый титан, электровзрывное карбоборирование, электронно-пучковая обработка, структура, микротвердость.

MODIFICATION OF THE TITANIUM VT1-0 SURFACE LAYERS STRUCTURE AFTER ELECTROEXPLOSIVE CARBOBORONIZING AND ELECTRON-BEAM TREATMENT

Abstract. By scanning electron microscopy and microhardness measurement the characteristics affecting the structure zone electroexplosive carboborizing commercially pure titanium VT1-0 repetitively pulsed electron-beam treatment are investigated. The treatment leads to a smoothing of the surface relief and high gradient of microhardness in the thin surface layer. The level of microhardness on depth of hardening zone decreases, but the depth of hardening zone increases.

Keywords: technically pure titanium, electroexplosive carboborizing, electron-beam treatment, structure, microhardness.

Перспективным направлением модификации структуры, и как следствие, функциональных свойств поверхности деталей и инструмента является использование концентрированных потоков энергии [1–4]. Методами, в которых используются концентрированные потоки энергии, в частности являются электровзрывное легирование (ЭВЛ) [5, 6] и обработка поверхности низкоэнергетическими сильноточными электронными пуч-

ками. В ряде работ [7–10] эти виды обработки были использованы совместно. При воздействии импульсных многофазных плазменных струй продуктов электрического взрыва проводников на поверхность обрабатываемого материала происходит быстрый нагрев ее выше температуры плавления, легирование расплава и последующая самозакалка. Использование порошковых навесок как легирующих веществ, которые размещаются