

УДК 621.762

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ МЕХАНООБРАБОТКИ И ОТЖИГА ШИХТЫ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СТАЛИ

А. И. ХАБИБУЛЛИН

Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Предлагаемая технология относится к области черной металлургии и предназначена для производства различных марок стали как при внепечной обработке стали, так и в процессе ее разливки.

К одной из важнейших задач металлургии относится разработка универсального способа получения эффективных модификаторов из доступных и дешевых компонентов, позволяющего измельчить структуру любых сплавов в процессе их кристаллизации, что обеспечивает повышение всего комплекса физико-механических и эксплуатационных свойств. Применяя разработанную в Белорусско-Российском университете технологию механического легирования, можно разработать композитный материал, который добавляют к жидкой стали до/или в процессе операции литья в качестве мощных центров гетерогенного зародышеобразования для кристаллов железа во время отверждения и последующей термомеханической обработки стали.

При обработке исходного порошкового материала в механореакторе образуются тугоплавкие неметаллические включения, равномерно распределенные по объему, которые в процессе разливки сплавов являются готовыми центрами кристаллизации. Для модифицирования стали необходимо обеспечить образование тугоплавких соединений с участием таких элементов, как алюминий, ванадий, титан. Преимуществом предлагаемой технологии является способ получения наноразмерных модификаторов, синтез которых завершается в процессе термической активации в расплаве, что обеспечивает равномерное распределение центров кристаллизации по всему объему и существенно снижает вероятность всплытия на поверхность химических соединений малой плотности.

В предлагаемой порошковой композиции «Fe (основа) – Al (легирующий металл с высоким сродством к кислороду) – Fe_3O_4 » основные механически активируемые реакции – окислительно-восстановительные. Их продуктами являются синтезируемый оксид легирующего металла Al_2O_3 и железо, восстановленное из оксида Fe_3O_4 . При этом оксиды алюминия рентгено-структурным анализом не обнаруживаются, т. к. находятся в наноразмерном и рентгеноаморфном состоянии.

Механизм осуществления механически активируемых окислительно-

восстановительных реакций включает одновременно протекающие и взаимосвязанные процессы: образование композиции с дисперсным и равномерным распределением легирующих элементов; растворение легирующего металла в железной основе; внутреннее окисление алюминия оксидом железа.

Образовавшиеся в процессе внутреннего окисления оксиды алюминия находятся в виде наночастиц со средним размером ≤ 6 нм. Они отличаются высокой стойкостью против растворения в расплаве и являются эффективными модификаторами.

Установлено, что в процессе механической обработки шихты в вибрационной мельнице фазовые превращения не завершаются и реальный фазовый состав механически легированных композиций существенно отличается от теоретического. Дальнейшее увеличение продолжительности механического легирования приводит лишь к незначительному повышению гомогенизации твердого раствора.

С целью оптимизации режимов обработки шихты исследовалось влияние продолжительности обработки в вибромельнице и последующего отжига в атмосфере аргона на содержание оксида железа. Из графиков (рис. 1) видно, что кинетика процессов восстановления железа подчиняется параболическому закону.

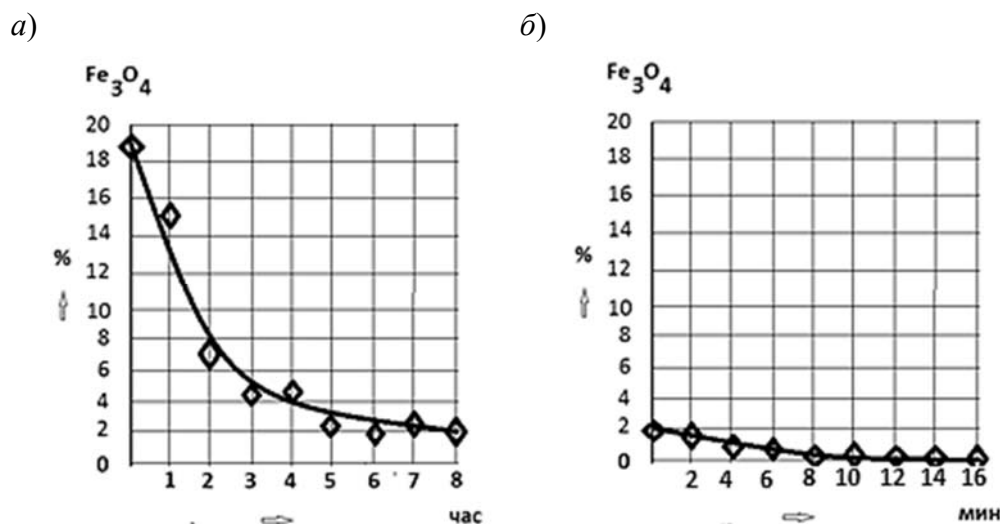


Рис. 1. Влияние продолжительности обработки шихты в механореакторе (а) и времени отжига (б) на содержание оксида железа

Таким образом, установлен оптимальный режим механообработки и отжига модифицирующей шихты: продолжительность обработки в механореакторе – 6 ч, последующий отжиг в атмосфере аргона при температуре 620 °С продолжительностью 8 мин.