

## УДАЛЕНИЕ МЕДИ ИЗ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ РАСПЛАВОВ

Самборский М.В., Алешников А.В., Костецкий Ю.В., Троянский А.А.

Донецкий государственный технический университет

г. Донецк

Зависимость свойств стали от содержания примесей цветных металлов и степень воздействия их на отдельные служебные характеристики металлопродукции весьма различны. Из всех примесей цветных металлов в стали наиболее неблагоприятной по условиям ее удаления является медь. Постоянно накапливаясь в стали, медь улучшает холодную и горячую деформируемость, повышая склонность к излому и растрескиванию. Классические способы рафинирования стали непригодны для удаления из нее меди.

Для удаления растворенной меди из железоуглеродистых расплавов в массовом производстве могут быть использованы: фильтрация расплава, испарение примеси при выдержке расплава в вакууме или обработка его синтетическими шлаками. Метод фильтрации позволяет достичь достаточно высокой степени удаления меди из расплава (до 70 %). Существенными недостатками этого метода является дороговизна фильтров и их быстрая засоряемость, а следовательно низкая производительность процесса. При удалении меди из стали за счет испарения достигается степень рафинирования около 30%. Основной проблемой при реализации данного способа является необходимость поддержания высокой температуры и глубокого вакуума в ходе обработки, а также значительные потери конденсата (до 1%). Рафинирование расплава синтетическими шлаками отличается относительной простотой реализации.

Для извлечения меди из железоуглеродистых расплавов может быть использовано повышенное по сравнению с железом сродство ее к сере. Сульфидизация меди может быть осуществлена с помощью элементарной серы или сульфида железа с различными добавками, однако в этих случаях наблюдается повышенное содержание серы в расплаве.

Для извлечения меди из расплава в шлак следует использовать такой реагент, который не давал бы повышения серы в металле, а наоборот способствовал бы ее удалению. Для этого необходимо, чтобы он не растворялся в расплаве и обеспечивал большой коэффициент распределения меди и серы между металлом и шлаком. С этой целью целесообразно использовать сульфид натрия. Сульфид натрия практически нерастворим в железе. По различным данным обработка стали шлаками на основе сульфидных соединений железа и натрия позволяет снизить содержание меди в стали на 30–60%, при этом степень извлечения меди зависит от концентрации углерода, серы и температуры.

Были проведены опыты, направленные на исследование влияния состава шлаковых смесей и температуры на удаление меди. Эксперимент проводился с использованием

лабораторной печи Таммана. В расплавленный чугун (160 г) добавлялась медь, из расчета получения в расплаве 0.20%  $Cu$ .

Коэффициент активности меди в процессе обработки изменяется незначительно. Следовательно, распределение меди главным образом зависит от значений  $a_{FeS}$  и  $\gamma_{CuS_{0.5}}$ . Повышение  $a_{FeS}$  и уменьшение  $\gamma_{CuS_{0.5}}$  увеличивают значение коэффициента распределения меди. Повышение содержания серы в металле нежелательно, поэтому уменьшение  $\gamma_{CuS_{0.5}}$  становится ключевой точкой этого процесса.

Сульфид натрия образует многочисленные соединения с сульфидами меди и железа, и поэтому, добавление его в шлак уменьшает коэффициент активности сульфида меди и активность сульфида железа. При использовании шлаков на основе сульфида железа  $L_{Cu}$  имеет значение около 9. Применение сульфида натрия повышает  $L_{Cu}$  до 24.

К недостаткам этого метода следует отнести высокую стоимость шлакообразующих (сульфид натрия и сода). Техничко-экономические показатели процесса можно улучшить при рециркуляции шлаков.