

Т. В. ВЫСОЦКИЙ, В. Т. ВЫСОЦКИЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

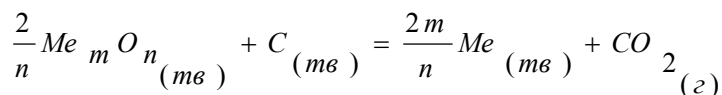
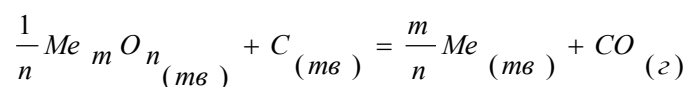
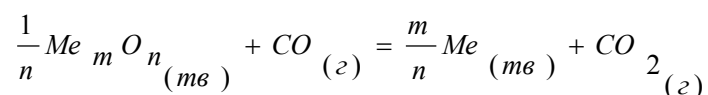
В работе исследовано влияние условий спекания в древесноугольном карбюризаторе на окислительно-восстановительные процессы, происходящие при цементации. Спекание образцов совмещали с науглероживанием.

Необходимость легирования объясняется тем, что порошковое железо имеет низкую прокаливаемость и его охлаждение при закалке производят в воде или в водных растворах солей. Это нежелательно, так как в связи с наличием пористости в материалах могут развиваться процессы внутренней коррозии, что приводит к снижению физико-механических свойств. Легирование позволяет исключить отмеченный недостаток.

В порошковой металлургии в качестве легирующих, вероятно, целесообразно применять легирующие элементы, широко используемые в практике производства литых сталей: Cr, Ni, Mn, Ti, W, V и др.

Легирование в порошковой металлургии в настоящее время осуществляют, в основном, смешиванием порошка железа с порошками легирующих элементов или ферросплавов, содержащих те или другие легирующие элементы. Гомогенизация материалов и физико-механические свойства при этом в большой мере зависят от характера окислительно-восстановительных процессов, протекающих при цементации. Иными словами, если цементационная среда препятствует окислению и восстанавливает оксиды тех или иных металлов, то можно ожидать повышения механических свойств и, напротив, если в цементационной среде металлы окисляются, то это может привести к снижению механических характеристик полученных материалов.

При спекании в твердом карбюризаторе может иметь место несколько реакций взаимодействия оксидов металлов с компонентами насыщающей среды:



Для повышения физико-механических свойств материалов необходимо, чтобы описанные реакции протекали в прямом направлении (в направлении восстановления оксидов металлов и образования карбидов). Возможность протекания реакций в прямом направлении оценивается изменением изобарного потенциала реакции (ΔG_T°) при определенной температуре, которое при этом должно быть меньше нуля. Изменение изобарного потенциала реакций определяли по уравнению Темкина-Шварцмана. В свою очередь ΔG_T° определяется:

$$\Delta G_T^\circ = \Delta H_{298}^\circ - T \Delta S_{298}^\circ - T (\Delta a M_0 + \Delta b M_1 + \Delta c M_2),$$

где ΔH_{298}° – стандартная теплота реакции при 298 К, кДж/моль; T – абсолютная температура протекания реакции, К; ΔS_{298}° – разность стандартных абсолютных энтропий продуктов реакции и исходных веществ, кДж/(моль•град); Δa , Δb , Δc – алгебраические суммы коэффициентов температурного ряда теплоемкостей, кДж/(моль•град); M_0 , M_1 , M_2 – константы уравнения, зависящие от температуры.

Термодинамические расчеты реакций показывают:

- оксид углерода (II) активно восстанавливает оксиды Fe, Ni, W, Mo и не восстанавливает оксиды Cr, Mn, Si, V, Ti;
- свободный углерод при температурах цементации 960...1000 °С является сильным восстановителем оксидов Ni, Fe, Mo, а для восстановления оксидов Si, Cr, Mn, V, Ti процесс цементации необходимо проводить при температурах выше 1230 °С, что нереально.

Проведенные расчеты позволили разделить легирующие элементы на две группы. К первой группе относятся элементы, оксиды которых восстанавливаются при нагревании в среде оксида углерода (II): Fe, Mo, Ni, W; ко второй – элементы с невосстанавливающимися оксидами: Cr, Mn, Ti, Si, V. Исследованием установлено, что легирование элементами первой группы приводит к снижению характеристик прочности и пластичности материалов. По мере негативного влияния они могут быть расположены в следующем порядке: Cr, Mn, Si, Ti, а элементы второй группы или не оказывают существенного влияния на прочность и пластичность (Mo), или приводят к некоторому их повышению (Ni).