

Рис. 1. Политермический разрез Fe – 20 % Mn – 8 % Al – 0,4...1,4 % C

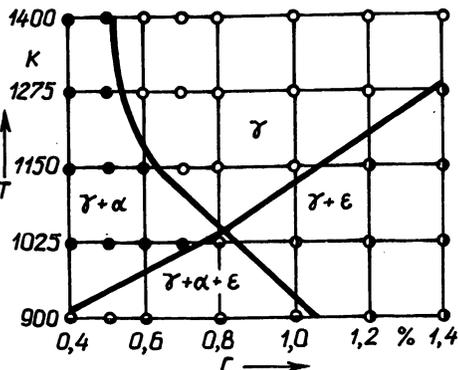


Рис. 2. Политермический разрез Fe – 25 % Mn – 8 % Al – 0,4...1,4 % C

личивается и уменьшается с повышением концентрации углерода. С понижением температуры также возрастает дисперсность выделений k -фазы в аустените.

По результатам микроструктурного анализа построен политермический разрез. Он состоит из четырех фазовых областей: γ ; $\alpha + \gamma$, $\gamma + k$ и $\alpha + \gamma + k$ (рис. 1).

Рассмотрим разрез Fe – 25 % Mn – 8 % Al – 0,4...1,4 % C.

С увеличением концентрации в сплавах марганца до 25 % характер структурных превращений с изменением температуры сохраняется и поэтому политермический разрез меняется незначительно. В нем остаются те же фазовые области: γ , $\alpha + \gamma$, $\gamma + k$ и $\alpha + \gamma + k$ (рис. 2).

В данном разрезе линия выделения α -фазы смещается в сторону с меньшим содержанием углерода, несколько повышается температура выделения железоалюминиевого карбида при содержании углерода от 0,8 до 1,4 %, а точка эвтектоидного распада аустенита смещается в сторону с меньшим содержанием углерода и пониженных температур. При этом как следствие увеличиваются области γ и $\gamma + k$ за счет сокращения областей $\alpha + \gamma$ и $\alpha + \gamma + k$.

УДК 621.762:621.785

Ю.В. ТУРОВ, Н.П. ГРЕБНЕВ, кандидаты техн. наук (НИИПМ),
И.Л. КОЗЛОВСКИЙ, канд. техн. наук (БПИ),
А.Л. ТЕРЕХОВ (НИИПМ)

ПОВЕРХНОСТНОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ МАРГАНЦЕМ ПОРОШКОВЫХ ЖЕЛЕЗОГРАФИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Исследована возможность интенсификации процесса поверхностного легирования марганцем порошковых железографитовых материалов путем оптимизации состава порошковой насыщающей среды.

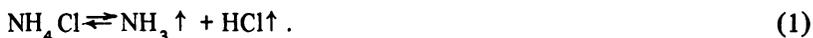
Объектом исследования служили порошковые материалы на основе железа с долей графита 0,5; 1; 1,5 % (по массе). Исходными материалами при

изготовлении исследуемых образцов являлись порошок железа марки ПЖЗМ (ГОСТ 9849–86); карандашный графит марки ГК-1 (ГОСТ 4404–78). Образцы получали путем приготовления шихты исходных компонентов и прессования смеси порошков при давлении 700 МПа. Пористость образцов после прессования – 18 %.

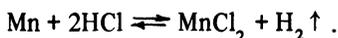
В качестве среды для поверхностного легирования железографитовых материалов марганцем использовали состав на основе ферромарганца. Его применение вместо химически чистого марганца в порошковых насыщающих средах предпочтительнее как с технологической, так и с экономической точек зрения. Кроме того, марганец обладает высоким сродством к кислороду и образует с ним ряд оксидов: MnO , Mn_3O_4 , Mn_2O_3 , MnO_2 , MnO_3 . Оксиды Mn_3O_4 и MnO очень устойчивы, и восстановление их затруднено. В качестве источника насыщающего элемента использовали ферромарганец марки ФМн 75 (ГОСТ 4755–80) с содержанием марганца 75 %. Активаторами процесса насыщения служили хлористый аммоний NH_4Cl и перманганат калия $KMnO_4$, инертным наполнителем состава – оксид алюминия Al_2O_3 . Насыщающую смесь для марганцирования приготавливали при следующих соотношениях компонентов, %: ФМн 75 – 20, 40, 60, 80; NH_4Cl – 1; $KMnO_4$ – 0,5; 1; 1,5; 2; Al_2O_3 – остальное.

Прессовки из материалов ЖГр0,5, ЖГр1,0 и ЖГр1,5 упаковывали в контейнер и засыпали смесью порошков для марганцирования. Герметизацию контейнера осуществляли плавким затвором из борного ангидрида. Насыщение проводили при температуре 1100 °С в течение 4 ч.

Механизм образования насыщающих атомов марганца можно представить следующим образом. Хлористый аммоний, присутствующий в смеси для марганцирования, при 338 °С начинает разлагаться:



Хлорсодержащий газ (пары соляной кислоты) при продувании контейнера с порошковым ферромарганцем образует газообразный хлорид марганца:



Хлорид марганца, обтекая обрабатываемые детали при температуре насыщения, взаимодействует с их поверхностями:



В данных условиях происходит адсорбция марганца из газовой фазы поверхностью деталей и диффузия его в глубь материала.

Оптимальное содержание ферромарганца в смеси для насыщения порошковых материалов на основе железа с 0,5; 1; 1,5 % графита составляет 40 %, что обеспечивает максимальную толщину диффузионных слоев (табл. 1). С повышением содержания графита в обрабатываемых материалах увеличивается толщина диффузионных слоев. Содержание ферромарганца в смеси выше оптимального вследствие достижения уровня насыщения не приводит к существенной интенсификации процесса насыщения.

Характер распределения марганца по толщине слоев не зависит от содержания графита в шихте. Однако его концентрация в слоях, при прочих равных условиях насыщения, определяется содержанием углерода в материале: кон-

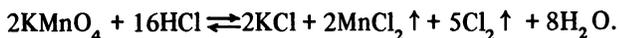
Табл. 1. Толщина (мкм) марганцированных диффузионных слоев порошковых железографитовых материалов в зависимости от содержания марганца в насыщающей смеси

Материал	Содержание ФМн 75, % (по массе)					Содержание KMnO_4 , % (по массе)			
	20	30	40	60	80	0,5	1,0	1,5	2,0
ЖГр0,5	40	180	370	380	385	380	445	450	450
ЖГр1,0	50	220	450	455	455	430	510	520	520
ЖГр1,5	60	300	500	510	510	550	590	600	600

центрация марганца на поверхности изделия из ЖГр0,5 составляет 25 %, из ЖГр1,0 – 30, из ЖГр1,5 – 20 %. Распределение микротвердости по толщине диффузионных слоев зависит от концентрации марганца. Так, например, некоторое снижение микротвердости материала ЖГр1 ниже уровня твердости основы материала (расстояние от поверхности примерно 200 мкм) связано, по-видимому, с образованием переходного слоя за счет перераспределения углерода. Последующее повышение микротвердости по толщине слоя (выше уровня твердости основы материала) происходит за счет легирования марганцем перлитно-ферритной основы материала.

С целью интенсификации процесса марганцирования в насыщающую смесь, содержащую 40 % ФМн 75, 1 % NH_4Cl и 59 % Al_2O_3 , дополнительно вводили перманганат калия. Введение 1,5 % KMnO_4 в насыщающую смесь обеспечивает в зависимости от содержания в порошковых сталях углерода увеличение толщины диффузионных слоев в 1,2–1,5 раза. Дальнейший рост содержания KMnO_4 в насыщающей смеси не приводит к существенному изменению толщины диффузионных слоев (табл. 1).

Химизм процесса насыщения в смеси с добавками KMnO_4 заключается в следующем. Пары соляной кислоты, образующиеся в результате разложения хлористого аммония (1), взаимодействуют с перманганатом калия:



Далее происходит процесс взаимодействия хлорида марганца с поверхностями деталей по реакции (2).

Следовательно, добавка KMnO_4 в насыщающую смесь приводит к повышению мощности диффузионного источника по марганцу и как следствие толщины легированного слоя.

Полученный на поверхности изделия слой марганцовистого аустенита обладает склонностью к упрочнению при холодном деформировании. Упрочнение может достигаться обкаткой, дробеструйной обработкой, калиброванием или непосредственно в процессе эксплуатации деталей. В технологии изготовления порошковых деталей предпочтительнее применять калибрование. Преимущества поверхностного легирования марганцем с последующим калиброванием порошковых заготовок (по сравнению с другими видами химико-термической и термической обработки) заключаются в том, что насыщение

марганцем исходя из температурного режима можно совмещать с операцией спекания. Появляющиеся при этом изменения размеров порошковых деталей в случае их усадки, роста или коробления устраняются калиброванием. Поверхностная твердость марганцированных деталей из порошковых сталей после калибрования составляет около 500...600 HV. В зависимости от условий работы изделия она может повышаться в процессе эксплуатации. Марганцирование порошковых углеродистых сталей позволяет снизить пористость в приповерхностном слое изделий в 2—3 раза.

Таким образом, исследованный состав для марганцирования обеспечивает при обработке порошковых сталей их повышенную насыщающую способность. Преимущество поверхностного легирования марганцем (по сравнению с другими видами насыщения) заключается в том, что этот процесс можно совмещать со спеканием. Последующее калибрование придает порошковым деталям необходимую точность и износостойкость.