

ходного значения вследствие преобладающего влияния насыщения твердого раствора. Снижению макротвердости сплава способствует и нарушение сплошности каркаса, коагуляция и сфероидизация эвтектических выделений.

Повышение температуры нагрева под закалку до 450 °С и особенно до 500 °С приводит к росту микротвердости α -твердого раствора, очевидно, за счет увеличения в нем содержания легирующих элементов. Макротвердость (II) гранул после нагрева при 450 °С несколько снижается во времени, а при 500 °С остается практически на исходном уровне (рис. 1, а).

В сплаве АК4М4 микротвердость (I) α -твердого раствора возрастает в результате закалки во всем исследованном интервале температур нагрева, особенно после нагрева 450–500 °С (рис. 1, б). Этому, по-видимому, способствует повышенное содержание меди в сплаве (4 % Cu). Наиболее интенсивное упрочнение происходит за счет легирования твердого раствора при нагреве в первые 15–30 мин. Увеличение длительности нагрева при 450–500 °С до 2 ч не приводит к возрастанию микротвердости. Макротвердость (II) гранул при закалке с 400 °С несколько снижается на первых этапах нагрева, а затем достигает исходного значения (рис. 1, б).

С учетом желаемого сохранения эффекта упрочнения, полученного в результате быстрой кристаллизации, предварительный нагрев гранул сплавов АК5М2 и АК4М4 перед операциями горячего пластического деформирования наиболее целесообразно проводить при температуре 350–400 °С в течение 15–30 мин.

Таким образом, с точки зрения наилучшего сохранения наследственной микроструктуры гранул оптимальными режимами технологических нагревов можно считать следующие: при сушке – 120–140 °С в течение 10–20 мин; при брикетировании – 350–450 °С для сплава АК5М2 и 400–450 °С для сплава АК4М4 в течение 15–30 мин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колпашников А.И., Ефремов А.В. Гранулированные материалы. – М.: Металлургия, 1977. – 296 с.
2. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. – М.: Металлургия, 1978. – 392 с.

УДК 669.131.6

Л.Р. ДУДЕЦКАЯ, канд.техн.наук,
В.А. ТКАЧЕВА,
И.Ф. ЦЕДРИК (ФТИ)

ВЛИЯНИЕ СТРОНЦИЯ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧУГУНА И СТАЛИ

В последние годы при выплавке серого чугуна и стали наряду с традиционными получили применение более эффективные модификаторы на основе РЗМ и ЦЗМ.

Щелочно-земельные элементы используют, как правило, в виде сплавов с кремнием, которые из-за непостоянства состава не позволяют добиться ста-

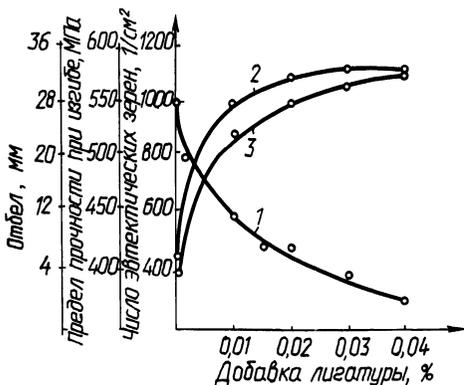


Рис. 1. Влияние добавки стронция на отбел (1), предел прочности при изгибе (2) и число эвтектических зерен (3)

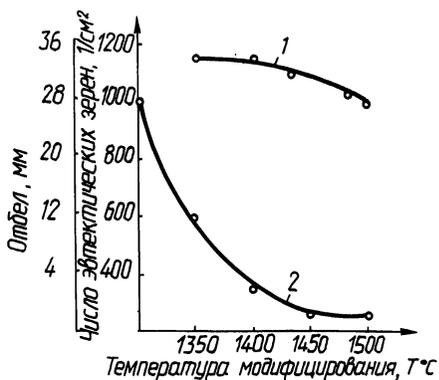


Рис. 2. Влияние температуры модифицирования на число эвтектических зерен (1) и отбел (2)

бильности свойств металла и объективно оценить вклад этих элементов в получаемые результаты.

В данной работе в качестве модификатора при выплавке серого чугуна и стали использовали сплав стронция с алюминием, содержащий 30 % стронция. Алюминий, как известно, является слабым модификатором и не оказывает существенного влияния на число эвтектических зерен и механические свойства чугуна. В стали он используется обычно как раскислитель и не может оказать дополнительного влияния на свойства.

Чугун, выплавленный в индукционной печи на основе литейных чугунов, стального и чугунного лома, имел следующий состав: С 3,42, Si 1,84, Mn 0,78, S 0,08, P 0,12 %. Добавка модификатора, вводимого в ковш, составляла от 0,1 до 0,4 % от массы жидкого металла. Определяли влияние добавки, температуры ввода и продолжительности выдержки на отбел клиновидной пробы, число эвтектических зерен и механические свойства отдельных отлитых образцов.

Как видно из рис. 1 и 2, действие модификатора практически максимально уже при его добавке 0,02 % от массы жидкого металла, что соответствует 0,006 % чистого стронция.

С повышением температуры металла от 1350 до 1450 °С происходит уменьшение отбела за счет графитизирующего влияния продуктов реакции стронция с примесями. Число эвтектических зерен при этом достигает максимума при температуре 1350 °С, а затем постепенно уменьшается.

Зависимость отбела и числа эвтектических зерен от продолжительности выдержки чугуна после модифицирования имеет характерный для большинства модификаторов вид кривых с перегибом, приходящийся на двухминутную выдержку (рис. 3). Особенность действия модификатора заключается в медленном снижении указанных свойств. Имеется полная корреляция между числом эвтектических зерен и пределом прочности при изгибе (рис. 1), который возрастает при введении в чугун 0,02 % лигатуры примерно на 30 %.

Исследовали также влияние стронция на механические свойства стали 45Л. Плавку вели в индукционной печи. Раскисление металла кремнием и марган-

Т а б л и ц а 1. Влияние стронция на механические свойства стали 45Л

Условия модифицирования	Механические свойства				
	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	a_n , МДж/м ²	НВ
0,15 % Al	695	360	8,0	0,32	197
0,15 % Al + 0,02 % лигатуры	695	370	12,0	0,37	187
0,15 % Al + 0,05 % лигатуры	690	370	12,0	0,40	187
0,15 % Al + 0,2 % лигатуры	700	380	12,0	0,48	187

Т а б л и ц а 2. Изменение содержания серы и фосфора в чугуна, модифицированном стронцием

Добавка лигатуры	S, %	P, %
Исходный чугун	0,089	0,155
0,2 % от массы жидкого металла	0,081	0,153
0,5 % от массы жидкого металла	0,079	0,143

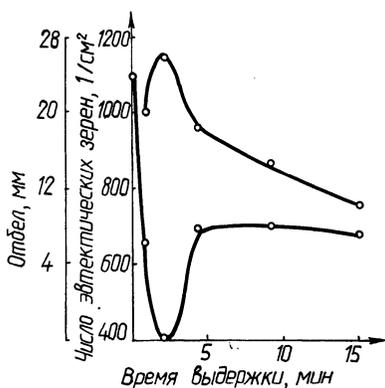


Рис. 3. Влияние выдержки серого чугуна после модифицирования на число эвтектических зерен (1) и отбел (2)

цем осуществляли в тигле, после чего в ковш вводили алюминий из расчета 0,15 % от массы жидкого металла совместно с алюминиево-стронциевой лигатурой. Механические свойства определяли на образцах, вырезанных из трещиноватых проб и подвергнутых нормализации (нагрев до 800 °С, выдержка в течение 2 ч, охлаждение на воздухе). Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Как видно из приведенных данных, модифицирование стронцием повышает пластичность и вязкость стали, не оказывая существенного влияния на прочность. Особенностью сталей с добавками стронция является пониженная твердость, что, возможно, связано с измельчением первичного зерна и размеров, формы и распределения неметаллических включений, в первую очередь сульфидов.

По данным химического анализа чугуна, модифицированного стронцием, последний способствует снижению содержания серы и фосфора (табл. 2).

Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования модификаторов, содержащих стронций, для повышения механических свойств улучшения структуры и обрабатываемости серого чугуна и стали.

УДК 620.197–621.7.044.2

Г.Г. ГОРАНСКИЙ, канд.техн.наук (БПИ),
Л.Б. ДЕМЬЯНОВИЧ (Бр НПО ПМ)

КОНТАКТНАЯ КОРРОЗИЯ БИМЕТАЛЛА СтЗ-АДО В КОНСТРУКЦИИ ТОКОПОДВОДА ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА АЛЮМИНИЯ

Цель работы заключается в стабилизации строения и свойств сваренного взрывом переходника СтЗ-АДО для замены болтового соединения стальных и алюминиевых элементов в конструкции токоподвода электролизера сварным.

Параметры сварки взрывом (СВ) влияют на степень пластической деформации приконтактных слоев металлов. Последняя же определяет склонность композиции к контактной коррозии (рис. 1). По диаграммам коррозии биметалла СтЗ-АДО рассчитаны степени анодного и катодного контроля процесса, глубинный показатель коррозии $K_{\text{г}}$, коэффициент пассивации π . Увеличение склонности биметалла к контактной коррозии связано с возрастанием площади анодных участков за счет образования при СВ в зоне шва интерметаллидных включений типа Fe_nAl_m (рис. 2). Их электрохимический потенциал выше потенциала алюминия, являющегося в системе СтЗ-АДО анодом. Максимум π при минимальном $K_{\text{г}}$ для сваренного взрывом биметалла СтЗ-АДО имеет место при полном отсутствии в зоне шва интерметаллидных включений. Последнее реализуется в диапазоне режимов СВ, обеспечивающих уровень пластической деформации стали 10–12%. Длительная эксплуатация композиции при $t = 350^\circ\text{C}$ приводит к образованию и росту многофазной интерметаллидной прослойки, что обуславливает падение служебных характеристик биметалла.

В этой связи особое внимание было уделено созданию барьерных слоев, сохраняющихся при СВ и затрудняющих диффузию компонентов при последующем нагреве. Для композиции СтЗ-АДО оптимальным признано размеще-

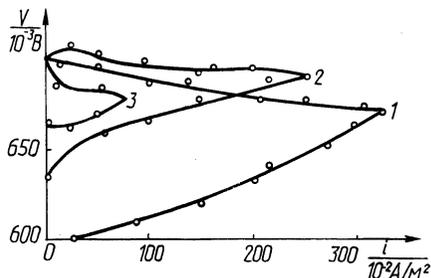


Рис. 1. Диаграммы коррозионной системы сталь СтЗ – алюминий АДО в 0,1 N растворе NaCl

1 – степень пластической деформации стали в зоне сварного шва $\epsilon = 32\%$; 2 – $\epsilon = 12\%$; 3 – $\epsilon = 12\%$, между сталью СтЗ и алюминием АДО введена барьерная прослойка азотированной стали с содержанием азота 0,03%