

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Ю. А. КЛЯЧКО, Л. Л. КУНИН, Н. С. КРЕЩАНОВСКИЙ и Э. С. ГИНЗБУРГ

**ВЛИЯНИЕ БОРА НА ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ
СТАЛИ X15H25**

(Представлено академиком Г. Г. Уразовым 19 IV 1950)

Поверхностная активность в металлических системах, имеющих высокую температуру плавления, почти не исследовалась. Теоретически предполагается, что поверхностное натяжение на границе расплав — зародыш кристалла определяет склонность жидкого металла к переохлаждению и весьма существенно влияет на процесс кристаллизации ⁽¹⁾.

Отсутствие каких-либо прямых методов измерения поверхностного натяжения на границе расплав — кристалл приводит к необходимости изучения этого вопроса косвенным путем. Наиболее реальный, хотя и сложный в экспериментальном отношении путь сводится к изучению зависимости поверхностного натяжения металла на границе с собственным паром или газом от концентрации введенного в него поверхностно-активного вещества. На основании металлографических наблюдений некоторые исследователи ^(2, 3) предположили, что бор является поверхностно-активным веществом в стали, однако прямых тому доказательств не было.

Опытная работа по измерению поверхностного натяжения жидкой стали в зависимости от содержания в ней бора представляла большой интерес и потому, что бор имеет высокую температуру плавления (2300°), каковая для многих металлов соответствует и высоким значениям поверхностного натяжения. Методически, для сопоставления полученных данных по поверхностному натяжению со структурой, целесообразно было избрать сталь аустенитного класса, не имеющую фазовых превращений. Учитывая практическую важность полученных двумя из нас (Н. С. Крещановским и Э. С. Гинзбург) результатов от введения бора в сталь X15H25, последняя и была избрана в качестве объекта исследования.

Насколько нам известно, в настоящее время имеется лишь одна работа ⁽⁴⁾, в которой измерялось поверхностное натяжение углеродистой стали в зависимости от добавок бора. Однако эти измерения были выполнены в очень узких пределах концентрации (до 0,009% В), без последующего металлографического анализа результатов; при этом опыты производились без защитной атмосферы, непосредственно в сталеплавильной ванне и по своим задачам сводились к выяснению поведения бора как раскислителя. Нас же интересовал вопрос взаимосвязи между поверхностным натяжением и структурой сплава. Поэтому мы вынуждены были произвести измерения в гораздо более широком пределе концентраций бора и выполнить их по более точной методике.

Для проведения опытов были изготовлены образцы из одного слитка стали X15H25 развесом 12 кг, специально выплавленного из возможно

более чистых исходных материалов шихты. После удаления прибыльной части и поддона, а также обдирки боковой поверхности слиток подвергался протравке на круг диаметра 35 мм и разрезался на образцы весом 118—120 г.

Химический состав образцов в %: С 0,04; Si 0,26; Mn 0,40; S 0,028; P 0,021; Cr 15,44; Ni 26,09. Бор вводился в виде ферробора, содержащего 18% В. Образцы с различным содержанием бора переплавлялись в корундизовых тиглях при вакууме порядка 10^{-4} мм рт. ст.

Таблица 1
Влияние бора на поверхностное натяжение стали X15H25
(в эрг/см²)

Содержание бора в %	Температура в °С		
	1450	1500	1560
0,00	—	1380	1400
0,01	—	1280	1295
0,02	—	1240	1260
0,06	—	1180	1200
0,06	—	1190	1205
0,12	—	1200	1215
0,3	1175	1190	1210
0,45	1160	1185	1200
0,8	1110	1145	1160

Измерение поверхностного натяжения производилось в вакуумной печи методом максимального давления в газовом пузырьке на специально сконструированном приборе. Для выдувания пузырька на конце кварцевого капилляра, погруженного в жидкий металл, применялся химически чистый водород. Результаты опытов приводятся в табл. 1. На основании полученных данных можно заключить, что бор действительно является поверхностно-активным элементом по отношению к растворителю — жидкой стали X15H25.

Резкое снижение поверхностного натяжения стали X15H25 от введения в нее бора наблюдается до концентрации, несколько превышающей 0,06% бора. При добавке в исследуемую сталь свыше 0,3% бора наблюдается значительное увеличение положитель-

ного температурного коэффициента поверхностного натяжения по мере приближения к температуре кристаллизации. Такого рода эффект наблюдался нами и ранее ⁽⁵⁾ при измерении поверхностного натяжения двухкомпонентных эвтектических сплавов Pb, Bi и Sn.

Металлографические исследования показали, что с увеличением содержания бора примерно до 0,1% происходит измельчение зерна и сокращение зоны столбчатой кристаллизации (рис. 1, а и б). При дальнейшем увеличении количества введенного бора происходит выделение его составляющей, образующей эвтектику (рис. 2). Наилучшие результаты дает введение в исследуемую сталь 0,03—0,1% бора, что соответствует адсорбционному насыщению на кривой зависимости поверхностного натяжения стали X15H25 от концентрации в ней бора. При содержании бора, превышающем 0,1%, как в литой структуре, так и при закалке с 1250° появляется бористая составляющая эвтектического характера.

Полученные результаты экспериментально подтверждают приложимость к исследуемому случаю теории модифицирования ^(6, 7), согласно которой эффект модифицирования сводится к тому, что вследствие адсорбции поверхностно-активного вещества на границе расплав — кристалл уменьшается линейная скорость кристаллизации, что в свою очередь ведет к измельчению зерна.

Поступило
20 III 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Я. С. Уманский, Б. Н. Финкельштейн и М. Е. Блантер, Физические основы металловедения, М., 1949, стр. 330. ² С. М. Винаров, Изв. АН СССР, ОТН, 6 (1948). ³ В. И. Архаров, Тр. ЦНИИ Транс. маш., 5 (1946). ⁴ И. А. Андреев, Тр. ЦНИИ Танк. пром-ти, 19, 1 (1944). ⁵ Ю. А. Клячко и Л. Л. Кунин, ДАН, 64, 1 (1949). ⁶ Ю. А. Клячко, ЖОХ, 5, 1299 (1935). ⁷ В. К. Семенченко, Цветные металлы, 6 (1936).