

УДК 669.185

Е.В.Шитов (асп., каф. СиС), Э.Ю.Колпишон, д.т.н., проф.

### ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТАЛИ НА ЛИКВАЦИЮ АЗОТА

Одной из причин плохой технологической пластичности высокопрочных азотсодержащих нержавеющей сталей является высокая степень ликвации азота. Результат расчета дендритной ликвации по уравнению Шейла для коэффициента распределения азота 0,54 (L-γFe) и начального содержания 0,15% приведен на рис. 1. Видно, что содержание азота изменяется от 0,08% в оси дендрита до ~0,6% на межсосных участках. В результате того, что азот оказывает сильный эффект твердорастворного упрочнения, ликвация азота создает градиент механических свойств по сечению дендритов. На рис. 2. представлена зависимость предела текучести от содержания азота. Видно, что при начальном содержании азота в стали 0,15%, предел текучести по сечению дендритов изменяется от ~300 МПа до ~450 МПа.

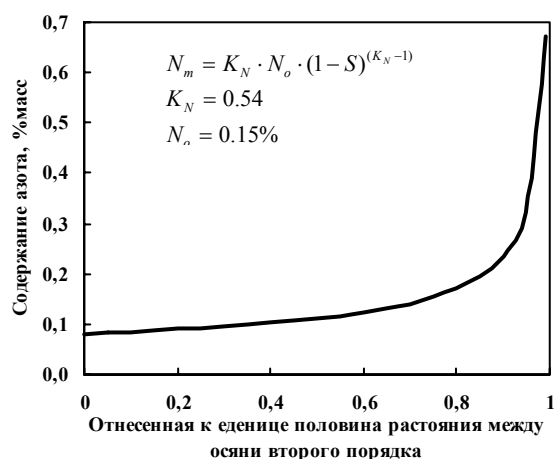


Рис. 1. Распределение азота от оси второго порядка до половины расстояния между ними.

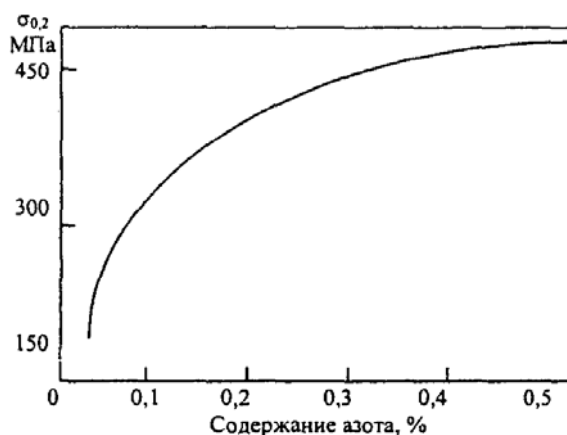


Рис. 2. Влияние азота на предел текучести аустенитных коррозионно-стойких сталей [1].

Задачей является подбор химического состава стали таким образом, чтобы ликвация азота была минимальной. Для выявления зависимости влияния легирующих элементов на коэффициент ликвации азота необходимо рассмотреть равновесие реакции перехода азота из расплава в затвердевшую часть металла при кристаллизации:



Для реальных растворов высоколегированных сталей в уравнении (1) концентрацию азота [N] следует заменить его активностью:

$$K_N^j = \frac{/N/}{a_N} = \frac{/N/}{[N] \cdot f_N} \quad (2)$$

Коэффициент ликвации с учетом влияния легирующих элементов на активность азота будет равен:

$$K_N^j = \frac{/N/}{[N]} = K_N^o \cdot f_N \quad (3)$$

Используя для определения коэффициента активности азота аппарат параметров взаимодействия [2], после подстановки численных значений параметров получим:

$$\lg K_N^j = \lg K_N^o + 0,13[C] - 0,047[Cr] + 0,01[Ni] - 0,02[Mn] + 0,047[Si] - 0,53[Ti] - 0,093[V] - 0,011[Mo] - 0,0015[W] + 0,009[Cu] - 0,028[Al] + 0,05[O] + 0,045[P] + 0,007[S]$$

Полученное уравнение позволяет сделать вывод, что элементы, увеличивающие активность азота, способствуют его более полному переходу из расплава в твердую фазу, тем самым препятствуют его ликвации. Элементы, снижающие активность азота, увеличивают степень ликвации азота. Такие элементы как S, P, O, Al, Cu, W, V, Ti имеют малые концентрации в азотсодержащих марках стали и изменение их концентраций не вызовет существенного влияния на ликвацию азота. Элементы Cr и Mn обеспечивают получение высокого содержания азота в процессе плавки и понижение их концентрации недопустимо. Таким образом, следует ожидать снижения ликвации азота за счет некоторого увеличения содержания C, Ni и Si, что позволит улучшить технологическую пластичность слитков при ковке.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Коджаспиров Г.Е. Коррозионно-стойкая азотсодержащая сталь и некоторые проблемы ее термического упрочнения. // Электротехнология. 2004. № 1.
2. В.А. Григорян, Л.Н. Белянчиков, А.Я. Стомахин. Теоретические основы электросталеплавильных процессов.– М.: Металлургия, 1987.-272 с.