

УДК: 669.1.017:620.178.3

С.Я. Шипицын, Т.В. Степанова, В.Ф. Мазанко*, А.В. Филатов*

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

Тел./факс: 0444243512, e-mail: odus@ptima.kiev.ua

*Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова НАН Украины (ИМФ), г. Киев

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСИОННОЙ НИТРИДНОЙ ФАЗЫ В МАТРИЦЕ НА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕРОДА В ЗОНЕ ЦИКЛИЧЕСКОГО СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ИСПЫТАНИИ СТАЛЕЙ НА УСТАЛОСТНУЮ ВЫНОСЛИВОСТЬ

В ФТИМС НАН Украины разработана технология дисперсионного нитридного упрочнения конструкционных и специальных сталей, обеспечивающая коренное повышение уровня их физико-механических и функциональных свойств, в том числе усталостной прочности и выносливости [1]. При исследовании последних установлено, что дисперсионная нитридная фаза в матрице снижает интенсивность и сокращает зону растворения цементитной фазы в области интенсивного знакопеременного силового нагружения.

Процесс растворения цементитной фазы при высокоскоростном силовом нагружении при комнатных температурах при упругой и пластической деформации был установлен еще в 80-90 г.г. прошлого столетия сотрудниками ИМФ НАН Украины и связывался с «вытягиванием» атомов углерода из кристаллической решетки цементита с образованием сегрегаций на дислокациях и субмикротрещинах [2,3]. Но, по-прежнему, не установлен процесс макропереноса углерода, «вытягиваемого» из цементитной фазы, и влияния на него дисперсионной нитридной фазы в матрице.

Объектами исследований по данному вопросу были сталь 45Х1Г1С без и с дисперсионным нитридным упрочнением. Радиоактивный изотоп углерода С-14 в стали вводили по методике [4,5], а распределение углерода после испытаний образцов на усталостную выносливость определяли методом автордиографии [6,7]. Усталостную выносливость сталей определяли методом симметрического консольного изгиба плоского образца при частоте нагружения 25Гц.

Металлографический анализ показал, что дисперсионное упрочнение матрицы наноразмерными частицами VN существенно, до 2-х раз, сокращает зону растворения цементитной фазы (рис.1).



Рис. 1 – Микроструктура сталей без (а) и с дисперсионным нитридным упрочнением (б) (x400)

Исследования на Оже-микросонде с полевым эмиссионным катодом JAMP-9500F фирмы JOEL (Япония) не установили изменение распределения углерода в зоне усталостного разрушения образцов, а метод авторадиографии, по достоверности на несколько порядков превышающий погрешность эксперимента, показал, что дисперсионная фаза VN повышает концентрацию углерода в зоне усталостного разрушения (рис. 2).

Полученные экспериментальные данные, а именно, повышение, за счет дисперсионного упрочнения матрицы частицами VN до 5 раз, усталостной выносливости стали, сокращение в 1,5-2,5 раза зоны растворения цементитной фазы в области усталостного разрушения, повышения в ней прочности (микротвердости) металла и накопления углерода позволяют сделать вывод, что основной причиной, по видимому, является снижение подвижности деформационных дислокаций за счет упрочнения матрицы частицами VN по механизму Орована.

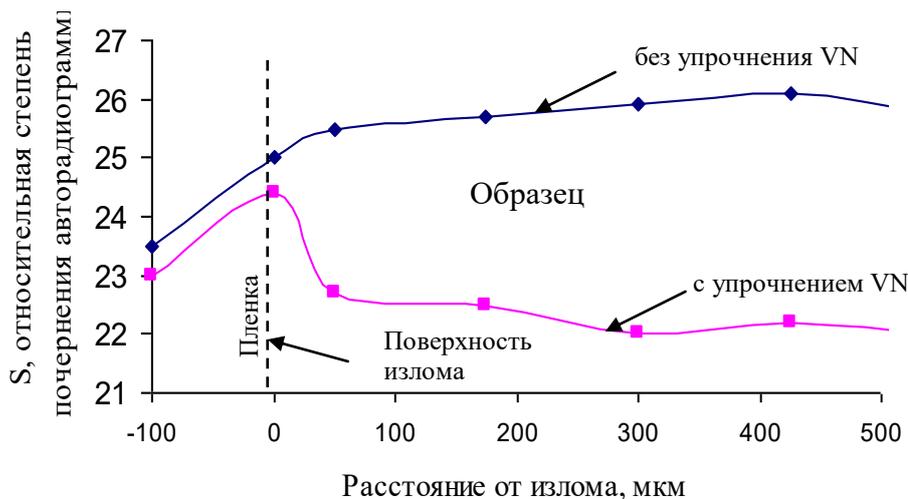


Рис. 2 – Концентраційні криві розподілу радіоактивного ізотопу С-14 в сталі після випробувань на усталісну вимогливість.

Список литературы

1. Бабаскин Ю.З., Шипицын С.Я., Кирчу И.Ф. Конструкционные и специальные стали с нитридной фазой. – Киев: Наук.думка. – 2005. – 371с.
2. Герцрикен В.Ф., Мазанко В.Ф., Фальченко В.М. Импульсная обработка и массоперенос в металлах при низких температурах. – Киев: Наук. думка. – 1991. – 204 с.
3. Гаврилюк В.Г. Распределение углерода в стали. – Киев: Наук. думка. – 1987. – 208 с.
4. Борисенко Г.В. и др. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Справочник. – М.: Металлургия. – 1981.
5. Лахтин Ю.М. и др. химико-термическая обработка металлов. – М; Металлургия. – 1985.
6. Бобиков Ю.Ф. и др. аналитическая авторадиография. – М.; Энергоатом издат. – 1985. – 160 с.
7. Ларииков Л.Н., Исайчев В.И. Диффузия в металлах и сплавах. Справочник. – Киев; Наук. думка. – 1987. – 511 с.