

СКОБЛО Т.С., доктор техн. наук,
 МАЛАХОВ А.В., НОСОНОВА М.С., инженеры,
 СУЧКОВ Г.М., канд. техн. наук, БИНДУС Н.В., аспирант

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЕФЕКТОВ МИКРОСТРУКТУРЫ В СТАЛИ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА

Долговечность службы деталей в машиностроении помимо всех прочих равных условий во многом зависит от дефектности конструкционного материала. Как правило, качество микроструктуры материала определяется при его производстве и в особо ответственных случаях после изготовления изделия. При этом одним из наиболее перспективных методов является ультразвуковой контроль [1]. Основное достоинство его заключается в возможности проведения контроля без разрушения изделий, достаточно высокая достоверность (90% [2] и выше) при массовом контроле, простота и экспрессность. В то же время метод имеет и ряд недостатков, из которых наиболее существенным является отсутствие возможности визуального ознакомления с обнаруженным дефектом. Последнее обстоятельство приводит к необоснованной перебраковке в процессе контроля, т.к. не учитывается потенциальная опасность обнаруженных дефектов. Это приводит к большим экономическим потерям при контроле дорогостоящих изделий.

Частично устранить отмеченный недостаток можно за счет оптимизации набора информативных признаков, дающих представление о форме обнаруживаемых дефектов и, следовательно, об их потенциальной опасности. На решение этой задачи направлено данное исследование.

В работе изложены результаты исследований по распознаванию формы дефектов в виде неметаллических включений в высокоуглеродистой стали марки М76 производства меткомбината "Азовсталь".

Для этой цели из слитка, пораженного дефектами в виде неметаллических включений было изготовлено около 500 образцов в виде куба с длиной ребра равной 80мм. Из бездефектного слитка были также изготовлены аналогичные образцы используемые при исследованиях в качестве эталонных.

Ультразвуковые исследования проводили на стенде, оснащенном серийной аппаратурой УМАР-1 [3], разработанной НПО "Днепрчерметавтоматика" и имеющей следующие характеристики: тип возбуждаемых ультразвуковых импульсов - объемно-сдвиговые; номинальный зазор между электромагнитно-акустическим преобразователем (ЭМАП) и поверхностью образца - 3,5мм; диапазон рабочих частот - 1,5-2,5МГц; длительность зондирующих импульсов - 2...5мкс; частота следования зондирующих импульсов - 500-1000мГц; амплитуда напряжения, развиваемого на ЭМАП - 200В; индукция подмагничивающего поля в зазоре между ЭМАП и образцом - 0,7Тл; отношение сигнал-шум, измеренное по первому лонному импульсу на бездефектном образце - 40дБ; площадь рабочего уча-

стка ЭМАП – 150мм². Для проведения исследований использовался ЭМАП с круговой поляризацией ультразвуковых колебаний. Контроль осуществлялся зеркально-теневым методом.

Методология проведения экспериментов заключалась в следующем:

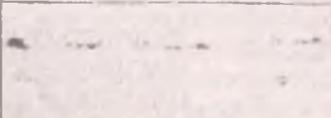
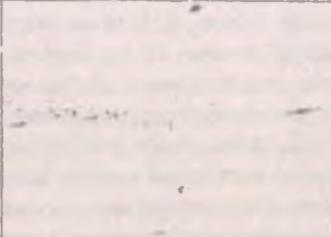
образцы озвучивали с каждой из шести граней, измеряя при этом величину амплитуды первого донного импульса, определяли коэффициент выявляемости $K_d = A_d/A_o$, где A_d и A_o – соответственно амплитуды донного эхо-импульса на исследуемом дефектном образце и на эталонном бездефектном образце. K_d для противоположных граней образцов усредняли.

После проведения ультразвуковых испытаний образцы подвергали металлографическим исследованиям, направленным на определение вида дефекта и его геометрических особенностей. Изучение микроструктуры образцов выполняли на оптическом микроскопе "Неофот-2" при увеличении 100. На основе сопоставления ультразвуковых и металлографических исследований полученные данные систематизировали и сводили к виду, представленному в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. ВИДЫ ДЕФЕКТОВ И КОЭФФИЦИЕНТЫ ИХ ВЫЯВЛЯЕМОСТИ

Описание дефекта	Внешний вид дефекта, ×100	Коэффициент выявляемости		
		Направление прозвучивания		
		1	2	3
Сосредоточенный объемный с четко обозначенной граничной поверхностью		0,52	0,55	0,58
Сосредоточенный объемный с четко обозначенной граничной поверхностью		0,31	0,45	0,38
Протяженный линейный с четко обозначенной граничной поверхностью		0,91	0,62	0,65

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ. 1.

Описание дефекта	Внешний вид дефекта. $\times 100$	Коэффициент выявляемости		
		Направление прозвучивания		
		1	2	3
Протяженный объемный без четко обозначенной граничной поверхности		0,42	0,21	0,35
Протяженный объемный с четко обозначенной граничной поверхностью		0,53	0,10	0,21
Протяженный объемный прерывистый с четко обозначенной граничной поверхностью		0,85	0,62	0,68
Рассредоточенный объемный без выраженной ориентации		0,52	0,51	0,52
Рассредоточенный объемный с выраженной ориентацией		0,65	0,88	0,85

Анализируя полученные результаты, можно сделать заключение, что предложенная методология оценки формы дефектов позволяет без разрушения изделия оценить форму, геометрические размеры дефекта, а значит и его потенциальную опасность. Наиболее легко отделяются сосредоточенные объемные дефекты от протяженных. Остальные виды по приведенной классификации согласно выполненным расчетам, отделяются с достоверностью

не ниже 0,65. Увеличение числа информативных параметров, например, за счет поляризации ультразвукового пучка [4] позволяет повысить достоверность разгруппировки до 0,8–0,9. В этом случае обработку информации необходимо осуществлять с помощью ЭВМ. Использование вычислительной машины позволяет для каждого анализируемого дефекта строить его трехмерную математическую модель и оценивать потенциальную опасность визуально.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ермолов И.Н. Теория и практика ультразвукового контроля. - М.: Машиностроение, 1981. - 240с.
2. Курс лекций по ультразвуковой дефектоскопии сварных швов. - Л.: НИИМостов ЛПИЖТа, 1979. - 98с.
3. ТУ-14-326-198-81 Установка дефектоскопическая магнитоакустическая рельсовая. Опытная партия.: Днепропетровск, 1981. - 67с.
4. Гарькавый В.З., Сучков Г.М. Повышение достоверности ультразвукового контроля рельсов в других прокатных изделиях. - В кн. Технологии производства ж.-д. рельсов и колес. Отдел. сб. ввуч. тр. Харьков: УкрНИИМет, 1986, с.83-90.

УДК 669.621.78

ЛАВРЕНТЬЕВ Ф.Ф., доктор физ.-мат. наук,
НИКИФОРЕНКО В.Н., канд. техн. наук,
ПЛАТКОВ В.Я., доктор физ.-мат. наук

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ КРИОГЕННОЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ X18N10T*

Известно [1], что воздействие переменных термомеханических напряжений вызывает существенные изменения структуры и физико-механических свойств Fe-Cr-Ni сталей. При этом эффект низкотемпературного циклического воздействия зависит от стабильности аустенитной ГЦК фазы. Так, например в метастабильной стали X18N8 с увеличением числа теплосмен (300-577К) растет предел текучести σ_{02} , что связывается с образованием α -мартенсита с ОЦК решеткой и, соответственно, с уменьшением величины зерна [2]. Представляет интерес исследование влияния такого влияния на физико-механические свойства стали X18N10T с более стабильным аустенитом. В этой связи целью настоящей работы явилось изучение закономерностей влияния криогенных теплосмен на структуру и механические свойства стали X18N10T и сравнительный анализ полученных результатов с данными [2]. Исследовалась железо-хром-никелевая сталь, состав которой в процентах приведен в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СТАЛЕЙ

Cr	Ni	C	Si	Mn	S	P	Ti
18	10	0,08	0,08	1,0-2,0	0,02	0,035	0,4-0,8

* Благодарим Кириллова Е.С. и Курманову Т.М. за помощь в эксперименте.