

УДК 669.15.53-196:620.181

Т.Н.Вертлиб (6 курс, каф. ФМиКТМ), Н.Ю.Золоторевский, к.ф.-м.н., доц.

ОСОБЕННОСТИ ФРАГМЕНТИРОВАННОЙ СТРУКТУРЫ ФЕРРИТНОЙ И ПЕРЛИТНОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ДЕФОРМАЦИИ

На стадии развитой пластической деформации зерна не сохраняют единую ориентацию кристаллической решетки, не переориентируются как целое, а разбиваются на множество разориентированных мезообъемов – фрагментов [1]. Разориентировки между фрагментами увеличиваются пропорционально накопленной пластической деформации ε , достигая при больших ε величин в несколько десятков градусов. Иными словами, в процессе деформации повороты решетки осуществляются не только на уровне зерна, но и на мезоуровне, то есть на уровне фрагмента. При этом распределение ориентировок решетки мезообластей-фрагментов в пределах каждого из исходных зерен можно описать своей микротекстурой. Таким образом, вместо множества дискретных ориентировок зерен мы получаем соответствующее множество микротекстур, из которого и складывается макротекстура деформируемого образца [2].

Недавно было проведено исследование эволюции структуры при волочении перлита [3]. В исходном недеформированном состоянии пластинчатое строение перлитных колоний формируется ламелями феррита примерно равной (порядка 150-200 нм) толщины, которые разделены параллельными пластинками цементита толщиной 20-25 нм. Внутреннее строение ферритных ламелей практически бездислокационное. Разориентировки на границах соседних ламелей не превышают 0.1-0.2 градуса.

Строение перлитных колоний после деформации до степени $\varepsilon = 1$ отличается от исходной по ряду морфологических признаков. Толщина ферритных ламелей уменьшается до 70-100 нм, а цементитные пластинки утоняются до 10-15 нм. Во внутренних объемах ферритных ламелей появляется большое число равномерно распределенных дислокаций ($1.2 \times 10^{10} \text{ см}^{-2}$). Выявляется наличие больших разориентировок между соседними ферритными ламелями. Показано, что формирование текстуры перлитной стали тесно связано с эволюцией микроструктуры, а именно, с характером фрагментации отдельных перлитных колоний.

Особенностью перлита является то, что масштаб фрагментации задан с самого начала – это размер отдельных ферритных ламелей. В однофазном железе (ферритной стали) необходимым условием фрагментации является образование совершенно новых структурных элементов, а именно, дислокационных границ деформационного происхождения, на которых в процессе деформации накапливаются значительные разориентировки. При увеличении деформации фрагментация охватывает все большие и большие объемы кристалла. В проведенных ранее исследованиях на железе [1] было показано, что доля фрагментированного материала растет с деформацией. Происходит изменение и самой фрагментированной структуры. Границы становятся уже, прямолинейнее. По внешнему виду они приближаются к границам межзеренного типа. Внутренние объемы фрагментов очищаются от дислокаций. Плотность последних как внутри фрагментов, так и в среднем по кристаллу, падает и после больших, порядка 3-4 единицы, деформаций выходит на уровень значений, типичных для отожженного кристалла. Форма фрагментов также меняется. С ростом ε функция распределения поперечных размеров фрагментов становится уже и смещается в сторону меньших размеров. Величина d_{cp} стремится к $d_{min} = 0.5 \text{ мкм}$. Таким

образом, был исследован характер изменения морфологии фрагментированной структуры железа. Однако нет детальных количественных данных о фрагментации, в частности, о разориентировках между фрагментами, о развитии микротекстуры.



Рис. 1

С учетом приведенных выше данных была поставлена задача изучить особенности фрагментации структуры ферритной стали в сравнении со микроструктурой перлита при холодном волочении. На рис. 1 представлена структура ферритной стали ($\times 34000$) после деформации $\varepsilon = 1$. Видно, что наряду с областями фрагментированной структуры (область в правой верхней части снимка) при этой деформации имеет место полосовая структура с высокой плотностью дислокаций. Кристаллогеометрический анализ структуры показал, что большинство разориентировок находится в интервале от 0 до 5° , а максимальная разориентировка не превышает 10° . Это существенно меньше, чем в перлите при этой же степени деформации, где зафиксированы разориентировки в интервале от 0 до 36° .

Таким образом, показано, что фрагментация в ферритной стали развивается в процессе волочения существенно неоднородно. При этом, согласно предварительному анализу, уровень разориентировок значительно ниже, чем в перлитной стали. В дальнейшем предполагается более детально исследовать разориентировки в ферритной стали, и, в конечном счете, попытаться выявить взаимосвязь между развитием микро- и макротекстуры.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Рыбин В.В. Структурно-кинетические аспекты физики развитой пластической деформации. Известия вузов. Физика. 1991, № 3, с. 7-22.
2. Nesterova E.V., Zolotarevsky N.Y., Rybin V.V., Titovets Y.F. Peculiarities of texture development in pearlitic steel under cold drawing. Вопросы материаловедения, 2003, №1, 250-257.
3. Нестерова Е.В., В.В.Рыбин, Н.Ю.Золоторевский, Кристаллографические особенности внутреннего строения колоний пластинчатого перлита. Физика металлов и материаловедение, 2000, т.89, с.47-53.