

УДК 669:539.2

С.В.Андреева (асп., каф. СиС), А.А.Казаков, д.т.н., проф.

## ПАНОРАМА, КАК ОСНОВА ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗМЕРА ЗЕРНА СТАЛИ

Отечественные и зарубежные стандарты по определению размера зерна в стали предполагают визуальные методы оценки путем сравнения со стандартными шкалами или подсчет зерен на отдельных полях зрения. При этом в последнем случае, из-за невозможности оценить размер зерен, расположенных на границах, используют известные методы приближенной оценки, что вносит погрешность в измерения. Разработанный авторами анализатор изображения Thixomet Standard прецизионно склеивает отдельные смежные поля зрения, формируя панораму структуры, где удельная площадь пограничных зерен уменьшается многократно по сравнению с анализом отдельных полей зрения.

Цель данной работы - показать преимущества исследования размера зерна с использованием панорамы по сравнению с традиционным исследованием структуры по отдельным полям зрения.

В работе произведена сравнительная оценка размера зерна пяти образцов: одного никелевого сплава ЭИ893-945 и четырех образцов низкоуглеродистой стали 09Г2С, 01ЮТ, 08пс и 08Ю. Для выявления границ зерен низкоуглеродистых сталей использовали 3% спиртовой раствор азотной кислоты, с последующей обработкой реактивом Маршала. Структуру границ никелевого сплава выявляли реактивом Марбле. При этих режимах подготовки образцов, вытравливания двойников и окрашивания тела зерна не наблюдалось.

Построены панорамы структур исследованных образцов, состоящие из различного количества полей зрения: от одного до ста. Полученные панорамы обработаны средствами Thixomet Standard при одинаковых для данного образца настройках: положении порога дискриминации, степени разделения слипшихся зерен, минимальной площади зерна, учитываемой при измерениях. Зерна, расположенные на границах полей зрения или панорамы, из анализа исключали, при этом определяли общее количество зерен и площадь, которую они занимают, среднюю площадь и средний диаметр зерна, а также балл зерна. Для всех исследованных структур были построены зависимости вышеуказанных параметров от количества полей зрения, вовлеченных в анализ. Все эти зависимости имеют одинаковый характер: при увеличении количества полей зрения параметры структуры стремятся к постоянному значению.

Выше представлены обобщающие зависимости разницы в оценке средней площади (рис. 1) и балла (рис. 2).

Относительная разница рассчитана как отклонение от измерений, полученных на панораме. В зависимости от среднего размера зерна разница в оценке его средней площади может составлять от 3 до 25% для низкоуглеродистых сталей, имеющих балл от 12 до 8, соответственно. Тогда как разница в оценке крупнозернистой структуры, на примере никелевого сплава (балл 2.2), составила 55%. Если эти средние площади зерен пересчитать на величину балла, то разница для низкоуглеродистых сталей не превысит 5%, тогда как для никелевого сплава она остается практически такой же, около 50%.

На рис. 3. приведены частотные характеристики балла, построенные для одних и тех же полей зрения, представленных в виде панорамы или отдельных полей зрения. Как следует из этих результатов, правые части кривых распределения совпадают практически абсолютно, тогда как левые части этих кривых отличаются: кривая, полученная при панорамных исследованиях, более полно описывает распределение по размерам. Причиной такой

разницы в оценках кривых распределения, как и в вышерассмотренных примерах, является игнорирование крупных зерен, попавших на границы полей зрения при анализе отдельных полей зрения. При панорамном анализе из-за существенного снижения удельной протяженности границ большая часть зерен, в том числе крупных, учтена при расчете балла.

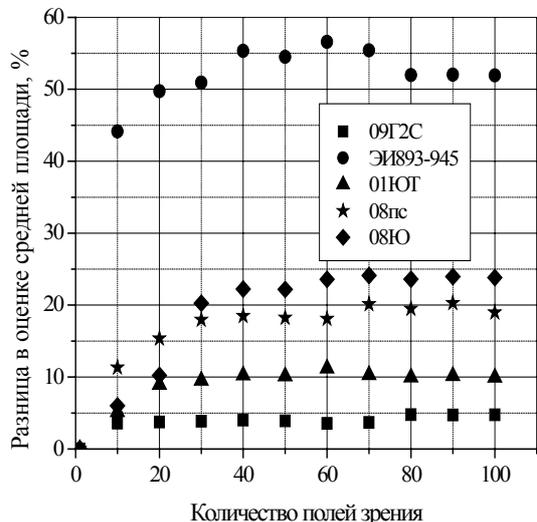


Рис. 1.

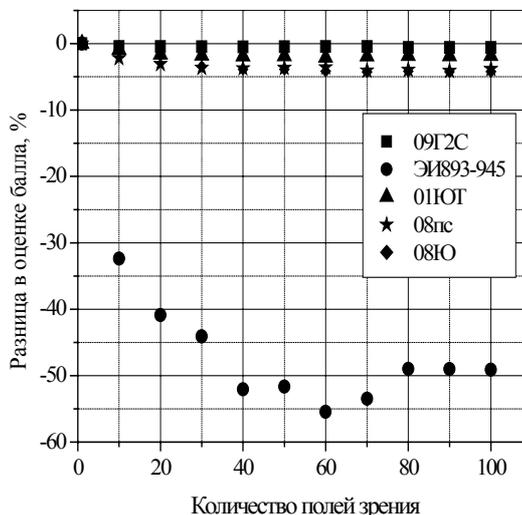


Рис. 2.

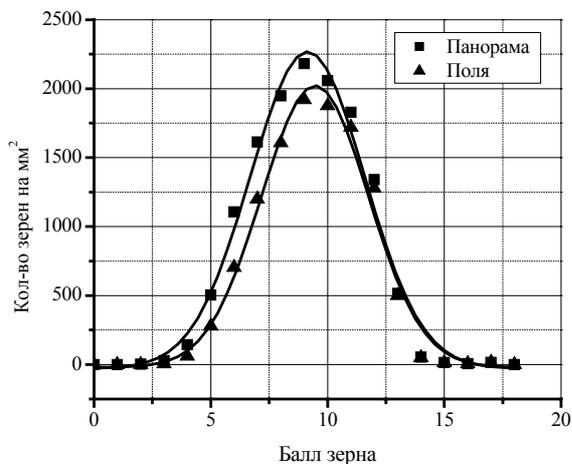


Рис. 3.

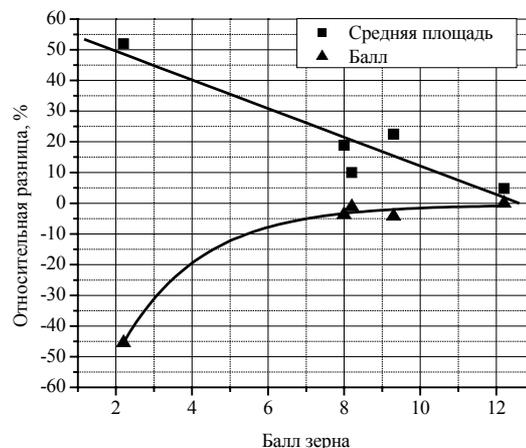


Рис. 4.

На рис. 4. показано, как в зависимости от дисперсности структуры стали меняется относительная разница измеренных величин средней площади и балла. Относительная разница в оценках средней площади снижается линейно, а относительная разница балла-нелинейно по мере повышения дисперсности структуры.

Таким образом, показано, что при измерениях на отдельных полях зрения количество зерен на единицу площади больше, а средняя площадь и средний диаметр меньше, чем при измерениях на панораме. По этой причине, размер зерна при измерениях на отдельных полях зрения получается завышенным, так как на границу полей зрения с большей вероятностью попадают более крупные зерна. Эта разница больше при оценке

грубозернистых структур, где удельное количество зерен невелико, и минимально при исследовании дисперсных структур с баллом более 8.