

СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ ПОЛОСЧАТОСТИ МЕТАЛЛА

Майсурадзе М.В., Фирсова Е.С.

Руководитель – проф., д.т.н. Юдин Ю.В.

УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург
20983@rambler.ru

Полосчатая (строчечная) структура – один из самых распространенных дефектов горячекатаной стали. Такая структура является следствием дендритной неоднородности исходного слитка. В процессе горячей прокатки дендриты, ранее располагавшиеся хаотически или перпендикулярно к поверхности слитка, постепенно изменяют свою ориентацию и переориентируются своими главными осями параллельно направлению прокатки. Наличие полосчатой структуры вызывает сильную анизотропию свойств, т. е. различие свойств образцов, вырезанных вдоль и поперек прокатки. Анизотропия свойств металла может привести к преждевременному выходу изделия из строя.

Существуют различные методики, описывающие проявление полосчатой структуры и характеризующие степень полосчатости. Для оценки структуры сталей и сплавов в применяющемся в настоящее время российском стандарте ГОСТ 5640–68 используются визуальные методы сравнения с помощью эталонных шкал. Аналогичные зарубежные стандарты, наряду с качественным описанием структуры, в том числе с помощью эталонов, часто содержат количественное описание параметров структуры, полученное с помощью стереологических измерений. Примером таких стандартов являются UNI 8449, ASTM E 1268.

Методика определения структурной полосчатости по ГОСТ 5640-68 позволяет оценить только феррито-перлитную полосчатость. Оценка микроструктуры производится путем сопоставления микроструктуры исследуемого образца с эталонами соответствующих шкал. Шкала для оценки полосчатости в структуре сталей построена по принципу возрастания количества ферритных полос с учетом степени их сплошности и степени равноосности зерен в полосах и состоит из трех рядов и шести баллов.

Методика определения структурной полосчатости по стандарту UNI 8449 позволяет количественно оценить структурную полосчатость различных типов. Для этого используется линейный метод пересечений. Он заключается в наложении на микрофотографию линии длиной 1 мм в масштабе изображения, которая располагается перпендикулярно направлению полос. Далее производится подсчет числа полос выбранной структурной составляющей, N , пересекающих данную линию. Для повышения точности измерений анализ производится на десяти

произвольно выбранных полях зрения с последующим усреднением результата. Зависимость между числом полос, приходящихся на линию длиной 1 мм, и степенью полосчатости приведена в таблице 1.

Таблица 1 Определение балла структурной полосчатости по методике UNI 8449

Количество полос на 1 мм	Балл
Более 30	0
25...30	1
18...24	2
13...17	3
9...12	4
5...9	5
Менее 5	6

Стандарт ASTM E 1268-01 позволяет произвести более точное количественное измерение степени структурной полосчатости. Исследования выполняются путем наложения на изображение микроструктуры сетки, состоящей из ряда близко расположенных параллельных линий известной длины. Общая длина линий сетки должна быть не менее 500 мм. Сетка совмещается с изображением так, чтобы линии сетки были перпендикулярны и параллельны направлению деформации. Далее подсчитывается количество отдельных полос, пересеченных параллельными и перпендикулярными линиями сетки, N_{\parallel} и N_{\perp} , и рассчитывается количество пересечений на единицу длины линии, $\bar{N}_{L\parallel}$ и $\bar{N}_{L\perp}$. По найденным значениям вычисляется индекс анизотропии структуры как отношение количества пересечений полос с линиями сетки, перпендикулярными направлению деформации, к количеству пересечений полос с линиями сетки, параллельными направлению деформации:

$$AI = \frac{\bar{N}_{L\perp}}{\bar{N}_{L\parallel}}$$

Для повышения точности измерения индекса анизотропии в данной работе анализ проводился на двадцати случайным образом выбранных полях зрения.

Проведено практическое сравнение вышеописанных методик определения структурной полосчатости на примере стали 40ХН2МА после различных операций термической обработки: изотермического отжига, полного отжига, нормализации и закалки в воде. Результаты оценки структурной полосчатости приведены в таблице 2.

Таблица 2 Количественная оценка структурной полосчатости стали 40ХН2МА после различной термической обработки

Термическая обработка	ГОСТ 5640-68, балл	UNI 8449, балл	ASTM E 1268-01, AI
Изотермический отжиг	5	5	9,94±0,25
Полный отжиг	5	5	10,53±0,29
Охлаждение на воздухе	-	5	6,45±0,25
Закалка в воду	-	5	7,72±0,28

Как видно из полученных результатов, методика определения структурной полосчатости по ГОСТ 5640-68 имеет ограниченную применимость и служит только для оценки полосчатости феррито-перлитной структуры. Таким образом, при определении структурной полосчатости в легированных сталях с высокой устойчивостью переохлажденного аустенита необходимо проводить изотермический отжиг с длительной выдержкой для получения феррито-перлитной структуры.

Стандарт UNI 8449, несмотря на свою универсальность, имеет широкий интервал балльности структуры, вследствие чего точность количественного определения структурной полосчатости невысока.

Стандарт ASTM E 1268-01 позволяет осуществить наиболее точную количественную оценку структурной полосчатости любого типа. Численные значения индекса анизотропии, рассчитанные по данной методике, напрямую указывают на степень полосчатости структуры и могут быть использованы для оптимизации параметров процесса производства стали с целью снижения степени полосчатости структуры, получения наилучшего комплекса свойств, что позволит в итоге повысить качество выпускаемой продукции.