

European Commission
TEMPUS

The algorithm of determination of an average interplate distance according to the computer image of the microstructure, enabling to improve degree of work automation of metallurgist is offered.

Д. А. НОВИК, БНТУ,

Научный руководитель д-р физ.-мат. наук, профессор А. Н. ЧИЧКО, БНТУ

УДК 693.22.004.18

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЖПЛАСТИНОЧНЫХ ФЕРРИТО-ЦЕМЕНТИТНЫХ РАССТОЯНИЙ В СТАЛЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Известно, что перлит является важнейшей структурной составляющей стали. Микроструктуры перлитных сталей, полученные в неравновесных условиях, состоят из неоднородно распределенных эвтектоидных колоний. Важнейшей характеристикой этих колоний является межпластиночное феррито-цементитное расстояние. Поэтому определение межпластиночных расстояний перлита в сталях – важная научно-техническая задача. В работе использовали метод секущих, реализованный с помощью компьютерной обработки изображений микроструктуры.

Цель настоящей работы – разработка методики и алгоритма расчета межпластиночных расстояний перлита в микроструктуре стали.

В качестве образцов исследования использовали микроструктуры образцов сталей, взятых на ОАО «Белорусский металлургический завод». На первом этапе были проведены исследования межпластиночных расстояний для различного числа измерений. Определение проводили с помощью программы обработки изображений «АОМ» (разработка БНТУ). Ниже представлен алгоритм метода.

Шаг 1. Множественное измерение межпластиночного расстояния для выбранного участка ми-

кроструктуры одного образца. Схема измерений показана на рис. 1.

Шаг 2. Определение интервалов распределения значений измерений.

Шаг 3. Определение частоты попадания значений межпластиночных расстояний в интервалы.

Шаг 4. Построение функции плотности распределения межпластиночных расстояний.

На втором этапе аналогичный процесс проводили для другого образца. Использовали 100, 150, 200, 250, 300 измерений для десяти микроструктур. На рис. 2 представлены данные исследований. Как видно из рисунка, с увеличением количества

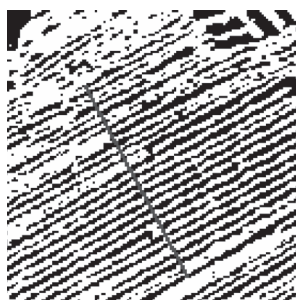


Рис. 1. Схема метода секущих для определения межпластиночных расстояний

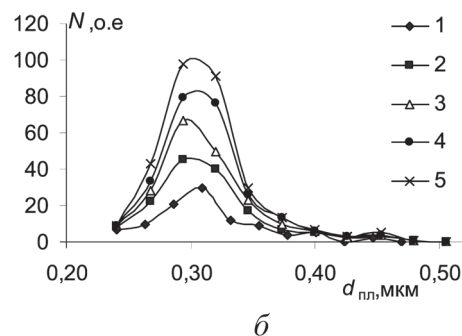
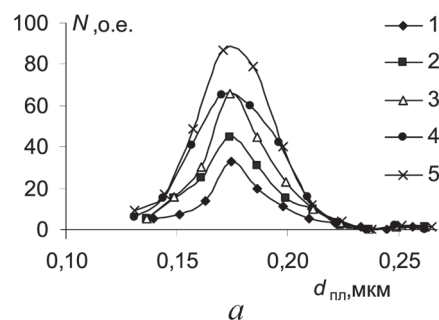


Рис. 2. Функции распределения межпластиночных расстояний перлитной стали для различного числа наблюдений для разных образцов: 1 – 100 измерений; 2 – 150; 3 – 200; 4 – 250; 5 – 300 измерений; а – образец № 1; б – образец № 2

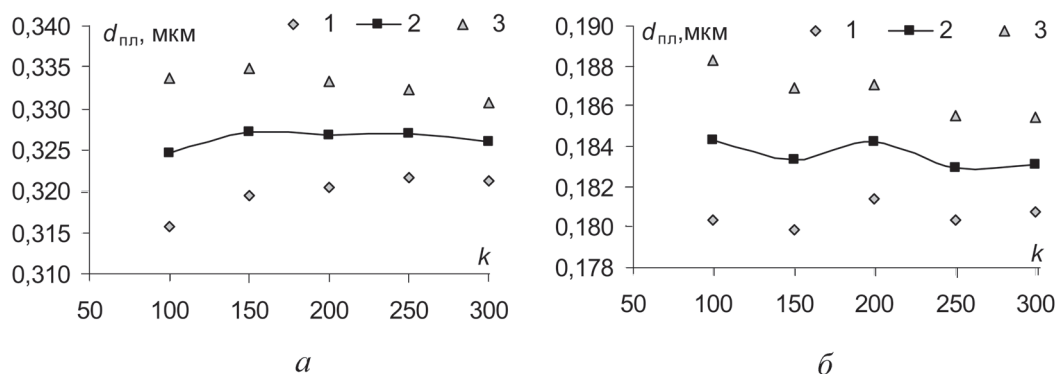


Рис. 3. Зависимость среднего межпластиночного расстояния перлита от числа его измерений: 1 – нижние значения доверительного интервала; 2 – средние значения доверительного интервала; 3 – верхние значения доверительного интервала; а – образец № 1; б – образец № 2

измерений функция плотности распределения «рас-
текается» по оси абсцисс.

На третьем этапе определяли доверительный
интервал для различного числа измерений меж-
пластиночного расстояния. На рис. 3 приведены
результаты исследований. Использовали следую-
щий алгоритм для определения доверительного
интервала.

Шаг 1. Вычисление среднего значения межпла-
стиночных расстояний.

Шаг 2. Вычисление суммы квадратов отклоне-
ний от средней величины по формуле

$$S = \sum_{i=1}^n (d_{\text{пл}}^i - \bar{d}_{\text{пл}})^2.$$

Шаг 3. Вычисление среднеквадратической
ошибки по формуле

$$s_n(\bar{d}_{\text{пл}}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_{\text{пл}}^i - \bar{d}_{\text{пл}})^2}{n(n-1)}}.$$

Шаг 4. Вычисление отклонения измеренных
значений межпластиночного расстояния $d_{\text{пл}}$ от ис-
тинного значения этой величины с заданной веро-
ятностью $p = 0,95$ по формуле:

$$\Delta d_{\text{пл}} = t_n(p) s_n(d_{\text{пл}}),$$

где $\Delta d_{\text{пл}}$ – отклонение x от x_0 ; $t_n(p)$ – коэффициент
Стьюдента; p – доверительная вероятность.

Шаг 5. Определение доверительного интервала
и изображение его на графике:

$$[\bar{d}_{\text{пл}} + \Delta d_{\text{пл}}, \bar{d}_{\text{пл}} - \Delta d_{\text{пл}}].$$

Таким образом, предложен алгоритм определе-
ния среднего межпластиночного расстояния по
компьютерному изображению микроструктуры,
позволяющий улучшить степень автоматизации
работ металлведа. Показано, что увеличение чис-
ла измерений за счет применения компьютерной
технологии позволяет повысить точность опреде-
ления межпластиночного расстояния и снизить его
доверительный интервал.