

РАСПОЗНАВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА

Гатилова Ю.С., группа КСД-06м
Руководитель доц., д.т.н. Адамов В.Г.

Значительная доля по отсортировке и зачистке листового проката, полученного из непрерывнолитой заготовки, приходится на поверхностные дефекты - плёны. Поверхность листового проката диагностируется с целью выявления поверхностных дефектов.

Плена представляет собой отслоения металла языкообразной формы, односторонне соединённые с основным металлом [1]. Выделяют плёну от наплывов и вкатанной окалины. В частном случае, плена имеет вид раковины. Раковина - вдав представляет собой вмятины от вкатанных частиц металла или шлака [2].

Плены образуются вследствие раскатки (расковки) рванин, следов насечки от валков, а также следов грубой зачистки дефектов поверхности на стадии шлифовки [2]. Плена рассматривается как поверхностный дефект, образовавшийся как следствие отклонений от нормативных требований технологии изготовления непрерывнолитых заготовок в сталеплавильном производстве или несоответствий параметров технологических процессов при производстве толстого листа в прокатном цехе [2].

Выявление поверхностных дефектов эффективно производить с помощью компьютерной системы, анализирующей оцифрованные снимки поверхности листового проката. На основе анализа многочисленных оцифрованных снимков плён экспертом-технологом было выделено пять подклассов разновидностей данного поверхностного дефекта. Плёны различаются между собой по происхождению, расположению, форме, цвету и размерам.

Таблица 1 – Признаки классификации плены на основе заключения эксперта-технолога

Признак классификации	Параметр признака классификации
Расположение дефекта	Групповое (наблюдается семейственность)
	Одиночное
Цвет дефекта по сравнению с основным металлом	Отличается от основного металла
	Не отличается от основного металла
Поверхность дефекта	Окислена
	Частично окислена
	Не окислена
Отслоение металла языкообразной формы	Присутствует
	Отсутствует
Цвет разводов по краям дефекта	Желто-коричневые
	Жёлто-оранжевые
Наличие песка	Присутствует
	Отсутствует

Задача анализа оцифрованных снимков поверхности листового проката заключается в распознавании поверхностных дефектов, в частности – плён, с последующей их классификацией.

Плоское изображение поверхностного дефекта, в результате его обработки заменяется пространством признаков. Качество получения этих признаков определяет точность классификации дефекта.

Оцифрованные снимки поверхности листового проката получены в режиме реального производства и имеют ряд недостатков, которые снижают качество распознавания дефектов. Для устранения дефектов, которые возникли во время формирования снимка, необходимо осуществить предварительную обработку изображения по повышению качества его визуализации.

Для определения методики предварительной обработки были исследованы наиболее распространенные методы повышения качества визуализации. Методы применялись к оцифрованному изображению дефекта поверхности листового проката, предварительно преобразованного из

полноцветного в полутонное. В качестве оценки метода были выбраны параметры, характеризующие как сам метод, так и результаты его применения. К таким оценкам относятся:

1. Резкость изображения [3].
2. Контрастность изображения [3].
3. Интегральный критерий оценки качества изображения [3].
4. Площадь дефекта поверхности листового проката, выделенного методом.

Интегральный критерий определяется по формуле:

$$Q = k * Q_{контр.} + Q_{яр.} + Q_{рез.} + Q_{зр.}, \quad (1)$$

Где k – нормирующий коэффициент ($k=100$), $Q_{яр.}$ - оценка уровня адаптации зрительной системы, $Q_{зр.}$ - оценка степени использования возможных градаций яркостей, $Q_{рез.}$ - резкость изображения, $Q_{контр.}$ - контрастность изображения. Исследования проводились над одним и тем же оцифрованным снимком дефекта поверхности листового проката, и поэтому для всех производимых экспериментах было принято, что значения $Q_{яр.}$ и $Q_{зр.}$ не изменяются ($Q_{яр.} = 0,0078$, $Q_{зр.} = 0,0039$).

Основным критерием эффективности метода является площадь дефекта поверхности листового проката, выделенного данным алгоритмом, а оценки $Q_{рез.}$ и $Q_{контр.}$ показывают какие значения резкости и контрастности должны иметь изображения для получения данного результата.

После получения снимка дефекта, поверхность листа была зачищена и определена реальная площадь дефекта. После этих операций был получен повторный снимок поверхностного дефекта и ставший эталонным. Площадь дефекта, выделенная методом, сравнивалась с эталонным её значением и давалась её количественная оценка, выраженная в процентах.

Таблица 2 – Сравнение методов повышения качества изображения

Метод предварительной обработки изображения	Резкость изображения, RQ=	Контрастность изображения, КС	Интегральный критерий оценки качества изображений	Площадь контура, %
Без применения предварительной обработки	5.2393	0.1973	0.0032	
Бинаризация по порогу яркости:				
1. Низкий порог	61.4938	0.5783	0.1094	65.76
2. Средний порог	108.1854	0.8881	0.2955	77.17
3. Высокий порог	122.8840	0.9303	0.3516	37.28
Применение оператора Собеля (бинарной градиентной маски)	284.2017	0.4149	0.3627	45.39
Медианная фильтрация	13.9826	0.2227	0.0096	61.48
Ранговая фильтрация:				
1. Низкочастотная фильтрация	11.5925	0.1923	0.0069	52.07
2. Высокочастотная фильтрация	6.3142	0.2094	0.0041	64.78
Адаптивная фильтрация (фильтрация Винера)	2.1253	0.1863	0.0012	59.04
Двумерная фильтрация	123.8387	0.3469	0.1321	46.42
Контрастирование с гамма-коррекцией	6.2559	0.1919	0.0037	70.43

Таблица 3 – Продолжение таблицы 2

Метод повышения контрастности изображения с использованием нелнейного преобразования	16.0944	0.2042	0.0101	29.46
Метод повышения контрастности изображения с использованием энтропии	57.4262	0.2626	0.0464	69.78
Морфологические операции:				
1. Применение операции - «Эрозия»	61.4836	0.7236	0.1368	58.78
2. Применение операции - «Инверсия»	57.1507	0.6278	0.1104	56.35
3. Повторное применение операции – «Эрозия»	47.1332	0.5011	0.0726	61.63
4. Удаление элементов фона, заключённых элементами объекта	45.9757	0.5065	0.0716	53.7
5. Удаление единичных ответвлений элементов объекта	38.9974	0.4906	0.0588	74.63
6. Повторное удаление элементов фона, заключённых элементами объекта	37.5970	0.5097	0.0589	80.22
Растяжение динамического диапазона интенсивностей	2.8185	0.1596	0.0014	61.00

Таблица 4 – Продолжение таблицы 3

Коррекция неравномерной	95.3936	0.2708	0.0795	43.43
-------------------------	---------	--------	--------	-------

засветки изображения				
Применение метода гранулометрии	2.3717	0.1751	0.0013	83.72
Применение метода гранулометрии совместно с морфологической операцией "инверсия"	22.4204	0.1022	0.0070	73.89

Наиболее эффективными методами повышения качества применительно к исследуемой предметной области определены метод гранулометрии и применение совокупности морфологических операций. Площадь дефекта, выделенная на изображении, после обработки данными методами имеет наибольшее значение. Соотношение оценок значений резкости и контрастности определяют результат обработки оцифрованных снимков поверхностных дефектов листового проката данными методиками.

Предварительная обработка изображения, направленная на улучшение визуализации повышает качество распознавания дефектов и выделения признаков классификации, делая изображение более информативным [4].

Перечень ссылок

1. Разливщик стали. Заверюха Н.В., Волков Л.А., Четкин А.В. – М.: «Металлургия», 1974. – с.208.
2. Рубенчик А.Е., Сорокин М.И. – Сталь, 1982, №2, с.72-75
3. Катус Г.П. Обработка визуальной информации. – М.: Машиностроение, 1990.- 320 с.: ил.
4. Розенфельд А. Распознавание и обработка изображений. – М.: Мир, 1972. – 230 с.

