

КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Власовец В. М.

*(Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства им. П.Василенка)*

Предложена комплексная методика разработки браковочных норм по оценке качества чугунных деталей

Целью разработки комплексной методики является разработка браковочных норм при контроле качества чугунных деталей. Для этого необходимо отобрать и сконцентрировать необходимые методики исследований.

В последнее время все большее распространение для оценки напряженно – деформированного состояния объекта и его качества используются неразрушающие методы и, в частности, магнитный. В основу такого метода положено измерение коэрцитивной силы, которая как физический параметр достаточно устойчива к действию упругих напряжений и при этом чрезвычайно чувствительна к действию необратимых пластических деформаций, присутствию остаточных механических напряжений в структуре ферромагнитной стали.

Для проведения измерений коэрцитивной силы взамен традиционных коэрцитиметров КРМ – Ц все большее распространение находит программно-технический комплекс “Магнитный анализатор КРМ-Ц-МА”, предназначенный для измерения произвольных магнитных параметров изделий из ферромагнитных материалов. Прибор разработан специалистами фирмы “Специальные Научные Разработки” и включает в себя аппаратную и программную часть. Аппаратная часть состоит из блока управления и блока измерительного, в который вставляются контролируемые изделия. Блок управления включает в себя однокристалльную ЭВМ, мощный генератор тока и аналого-цифровой преобразователь. Измерительный блок состоит из катушки намагничивания и датчика индукции. Программная часть комплекса предназначена для эксплуатации на Windows совместимом персональном компьютере. Она обеспечивает управление аппаратной частью и обработку результатов измерений. Намагничивая различными способами испытуемое изделие, и, измеряя индукцию магнитного поля в произвольных точках петли гистерезиса, определяются основные магнитные параметры изделия и выводятся в окно дисплея рис.1. По оси абсцисс отложена коэрцитивная сила (А/см), а по оси ординат – напряженность магнитного поля (Тл). Точные же значения коэрцитивной силы и остаточного намагничивания (дополнительного параметра), полученные при данном измерении отображаются в верхнем левом углу графика.

Градуировку производят на эталонных образцах с известными значениями коэрцитивной силы. Погрешность измерения индукции составляет до 1%, а коэрцитивной силы до 2% от максимального значения в диапазоне измерений 0,5 – 50 А/см. При измерении коэрцитивной силы используют щупы различной

формы выполненные из армко-железа. Необходимость использования щупов различной формы продиктована различной геометрией исследуемой поверхности деталей. При определении методики проведения исследований по неразрушающему контролю качества магнитным методом руководствуются межгосударственным стандартом ГОСТ 30415-96.

Измерение

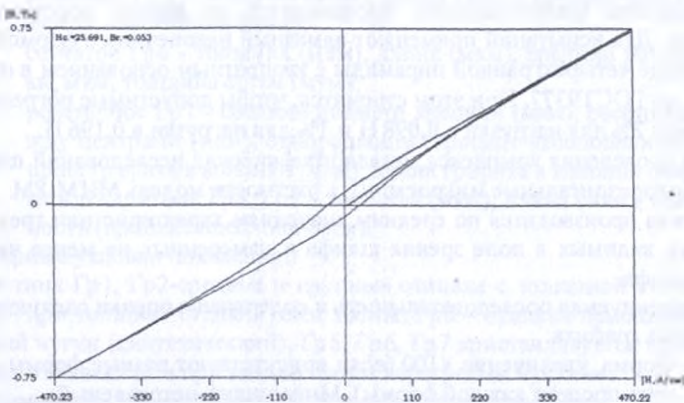


Рис.1. Результат отображения измерения основных магнитных параметров программно-техническим комплексом "Магнитный анализатор КРМ-Ц-МА".

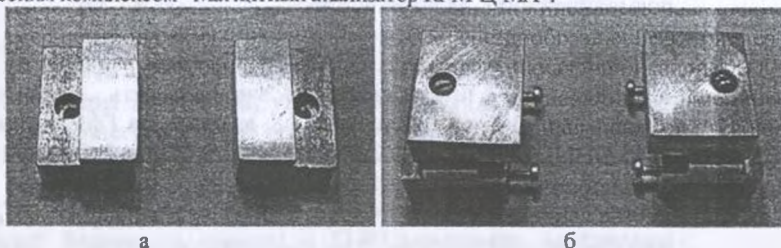


Рис.2. Щупы для контроля уровня коэрцитивной силы: а – сближающие для оценки деталей среднего размера; б – накладные, сближающие для оценки образцов в лабораторных условиях.

В большинстве случаев приемной характеристикой качества продукции после термообработки является твердость, измеренная по Бринелю, Роквеллу, Шору. Однако данная характеристика является относительно локальной и зачастую не отображает реального состояния структуры материала после обработки, в частности наличие обезуглероженного слоя приводит к занижению показаний твердости при измерении на поверхности деталей. Измерение структурного состояния методом замера коэрцитивной силы является интегральным показателем, так как глубина проникновения магнитного поля составляет 0,30-50 мм в зависимости от типа датчика. Для ряда случаев (дисперсионное твердение высокохромистых высокоуглеродистых сплавов, наличие значительной ликвации элементов в пределах одной отливки) наблюдается расхождение между

показаниями твердости и коэрцитивной силы. В таком случае при разработке браковочных норм качества деталей из чугуна по магнитному параметру необходимо провести комплекс исследований, включающих в себя металлографический и микрорентгеноспектральный анализы, оценку микротвердости.

При проведении исследований отбор проб осуществляется из участков деталей с площадью поверхности 3-6 см², высотой 2 см и более.

Измерение микротвердости производится по методу восстановленного отпечатка. Для испытаний применяют алмазный наконечник с формой рабочей части в виде четырехгранной пирамиды с квадратным основанием в оправе типа НПМ по ГОСТ9377. При этом стремятся, чтобы допустимые погрешности не превышали 2% для нагрузки в 0,098 Н и 1% для нагрузки в 0,196 Н.

Для проведения комплекса металлографических исследований широко используют горизонтальные микроскопы, в частности модель МИМ-8М.

Оценка производится по средним значениям характеристики трех включений (фаз), видимых в поле зрения шлифа и измеренных не менее чем в трех местах шлифа.

Рекомендуемая последовательность и содержание оценки следующие.

I. Оценка графита:

1.1. Форма, увеличение $\times 100$ (если присутствуют разные формы - определить процент каждой формы). Микрошлиф нетравленный:

- а пластинчатая прямолинейная Гф1, пластинчатая завихренная Гф2, пластинчатая игольчатая Гф3 – толщина (мкм), длина (мкм), прямолинейность, завихренность
- б гнездообразная Гф4 – размер центров (мкм)
- в вермикулярная извилистая Гф5, вермикулярная утолщенная Гф6 – толщина, длина, прямолинейность, завихренность
- г нитевидная Гф7, хлопьевидная Гф8, компактная Гф9 – диаметр включений (разница $\max\varnothing - \min\varnothing$, мкм), их однородность (процент несплошности в поле зрения)
- д шаровидная разорванная Гф10, шаровидная звездообразная Гф11, шаровидная правильная Гф12 – диаметр включений (разница $\max\varnothing - \min\varnothing$, мкм), их однородность (% несплошности).

Характерные условия появления:

Графит типа Гф1, Гф2 - серый чугун, близкий к доэвтектическому и эвтектическому составу; Гф3, Гф4 – серый чугун заэвтектического состава; Гф7, Гф8 и Гф9 – ковкий чугун (возможно серый, но модифицированный редкоземельными металлами и лигатурами на их основе); Гф10- Гф13 – ВЧШГ.

1.2. Распределение, увеличение $\times 100$ (если присутствуют разные формы - определить процент каждой формы). Микрошлиф нетравленный:

- а равномерное Гр1 - толщина (мкм), длина (мкм), среднее расстояние между пластинами (мкм);
- б неравномерное Гр2 – разбить на подгруппы, определить толщину (мкм), длину (мкм), среднее расстояние между пластинами в разных подгруппах (мкм);
- в колонии пластинчатого графита Гр3 – средний диаметр колоний

(мкм), расстояние между центрами (мкм), однородность (процент несплошности);

- г колонии междендритного графита Гр4 - - средний диаметр колоний (мкм), расстояние между центрами (мкм), однородность (процент несплошности);
- д веточное Гр5 - толщина (мкм), длина (мкм), среднее расстояние между пластинами (мкм);
- е сетчатое Гр6 - толщина (мкм), длина (мкм), средний размер сетки, мкм, толщина сетки (мкм);
- ж розеточное Гр7 - средний диаметр колоний (мкм), расстояние между центрами (мкм), однородность (процент несплошности), толщина графита в колонии (мкм), длина графита в колонии (мкм)
- з междендритное Гр8, Гр9 - толщина (мкм), длина (мкм), однородность (процент несплошности).

Характерные условия появления:

Графит типа Гр1, Гр2-средние и крупные отливки с толщиной стенки 30-100мм; Гр5 - при толщине стенки более 100мм; Гр6 - отливки немодифицированный серый чугун (синтетический). Гр5, Гр6, Гр7 кристаллизуется в быстро охлаждаемых отливках или при заливке форм перегретым чугуном.

1.3. Количество, увеличение $\times 100$. Микрошлиф нетравленный:

- а Г2 - до 3%;
- б Г4 - 3-5%;
- в Г6 - 5-8%;
- г Г10 - 8-12%;
- д Г12 - $>12\%$.

1.4. Размеры включений, увеличение $\times 100$ (длина или диаметр). Микрошлиф нетравленный:

- а Граз15 - до 15 мкм;
- б Граз25 - 15 -30 мкм;
- в Граз45 - 30 -60 мкм;
- г Граз90 - 60 -120 мкм;
- д Граз180 - 120 -250 мкм;
- е Граз360 - 250 -500 мкм;
- ж Граз750 - 500 -1000 мкм;
- з Граз1000 - 0 >1000 мкм.

Оценка производится по средним значениям длины и диаметра трех наибольших включений, видимых в поле зрения шлифа и измеренных не менее чем в трех местах шлифа.

II. Оценка матрицы:

2.1. Тип металлической основы, увеличение $\times 500$ (если присутствуют разные формы - определить процент каждой формы). Микрошлиф травленный: а) 4%-ный раствор азотной кислоты при комнатной температуре (4мл HNO_3 и 96 мл этилового спирта) - перлит и троостит темные, феррит светлый; б) микрошлиф травленный пикриновой кислотой при комнатной температуре (1г пикриновой кислоты и 96 мл этилово-

го спирта с добавлением 5-10 капель 2%-ного спиртового раствора HNO_3) – бейнит темный, а мартенсит светлый:

- а феррит – Fe, %;
- б перлит пластинчатый – Пт1, %;
- в перлит зернистый – Пт2, %;
- г троостит – Тр, %;
- д бейнит – Б, %;
- е мартенсит – М, %.

2.2. Количество перлита и феррита, увеличение $\times 100$ (оценка по средней площади, %). Микрошлиф травленный 4%-ный раствором азотной кислоты при комнатной температуре (4мл HNO_3 и 96 мл этилового спирта) - перлит и троостит темные, феррит светлый:

- а площадь перлита $> 98\%$ – П;
- б площадь перлита 94-98% – П96;
- в площадь перлита 90-94% – П92;
- г площадь перлита 80-90% – П85;
- д площадь перлита 60-80% – П70;
- е площадь перлита 30-60% – П45;
- ж площадь перлита 10-30% – П20;
- з площадь перлита 2-10% – П6;
- и площадь перлита до 2% – П0.

2.3. Дисперсность перлита, увеличение $\times 500$ (расстояние между соседними пластинами цементита при поперечном их разрезе, или в плоскости шлифа под микроскопом с помощью окулярмикрометра на произвольной прямой длиной 1000мкм подсчитывают количество n пересекаемых ею под произвольными углами пластин цементита. Затем определяют действительное среднее межпластинчатое расстояние $\Delta\sigma = 1000/2n$, мкм). Микрошлиф травленный 4%-ный раствором азотной кислоты при комнатной температуре (4мл HNO_3 и 96 мл этилового спирта) - перлит и троостит темные, феррит светлый.

Расстояние между пластинами цементита равно:

- а до 0,3 – Пд0,3;
- б 0,3-0,8 – Пд0,5;
- в 0,8-1,3 – Пд1;
- г 1,3-1,6 – Пд1,4;
- д 1,6 и выше – Пд1,6.

2.4. Фосфидная эвтектика, увеличение $\times 500$. Микрошлиф травленный: а) пикратом натрия при температуре 70-80°C с последующим травлением шлифа в 4%-ном растворе азотной кислоты (2г пикриновой кислоты, 10г NaOH, 88мл H_2O) – фосфид темно-коричневый, цементит и феррит белые, при длительном травлении цементит окрашивается в коричневый цвет; б) реактивом Мураками нагретым до 70-80°C с последующим травлением шлифа в 4%-ном растворе азотной кислоты при комнатной температуре (2г красной кровяной соли $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ и 10г едкого калия KOH и 70 мл H_2O) – фосфид темно-коричневый, це-

ментит белый, феррит серо-голубой.

2.4.1. Строение, увеличение $\times 500$. Травление 4%-ным спиртовым раствором азотной кислоты (цементит и фосфидная эвтектика белые, фон металлической основы темный):

- а псевдодвойная (феррит и фосфид) – Ф1 – размер включений внутри эвтектики (мкм), расстояние между ними (мкм);
- б псевдодвойная (феррит и цементит) – Ф2 – размер включений внутри эвтектики (мкм), расстояние между ними (мкм);
- в тройная мелкозернистая – Ф3 – размер включений внутри эвтектики (мкм), расстояние между ними (мкм);
- г тройная игольчатая – Ф4 – размер включений внутри эвтектики длина и толщина (мкм), расстояние между пластинами (мкм);
- д тройная с пластинами цементита – Ф5.

2.4.2. Распределение по шлифу, увеличения от $\times 20$ до $\times 100$. Травление 4%-ным спиртовым раствором азотной кислоты (цементит и фосфидная эвтектика белые, фон металлической основы темный):

- а равномерное распределение – Фр1 – средний размер включений (мкм), расстояние между включениями (мкм);
- б разорванная сетка – Фр2 – средний размер включений (мкм), расстояние между включениями (мкм);
- в сплошная сетка – Фр3 – средний размер включений (мкм), расстояние между включениями (мкм).

2.4.3. Размер ячеек сетки и отдельных включений, увеличения от $\times 20$ до $\times 5000$. Травление 4%-ным спиртовым раствором азотной кислоты (цементит и фосфидная эвтектика белые, фон металлической основы темный):

- а до 250 мкм – Фраз250 – средний диаметр ячейки (мкм);
- б 250-500 мкм – Фраз400 – средний диаметр ячейки (мкм);
- в 500-750 мкм – Фраз600 – средний диаметр ячейки (мкм);
- г 750-1250 мкм – Фраз1000 – средний диаметр ячейки (мкм);
- д 1250 и выше – Фраз1250 – средний диаметр ячейки (мкм).

2.4.4. Средняя площадь трех наибольших включений, увеличения от $\times 20$ до $\times 5000$. Травление 4%-ным спиртовым раствором азотной кислоты (цементит и фосфидная эвтектика белые, фон металлической основы темный):

- а до 2000 мкм^2 – Фп2000 – средняя площадь (мкм^2);
- б $2000 - 10000 \text{ мкм}^2$ – Фп6000 – средняя площадь (мкм^2);
- в $10000 - 16000 \text{ мкм}^2$ – Фп13000 – средняя площадь (мкм^2);
- г $16000 - 25000 \text{ мкм}^2$ – Фп20000 – средняя площадь (мкм^2);
- д 25000 мкм^2 и более – Фп25000 – средняя площадь (мкм^2).

2.5. Цементит (или ледебурит). Травление 4%-ным спиртовым раствором азотной кислоты (цементит и фосфидная эвтектика белые, фон металлической основы темный):

2.5.1. Общее количество (средний процент площади занимаемой этими включениями на микрошлифе, оцененный не менее чем в

трех местах):

- а до 2% – Ц2 - средняя площадь (%);
- б 2 – 5% – Ц4 - средняя площадь (%);
- в 5 – 15% – Ц10 - средняя площадь (%);
- г 15 – 40% – Ц25 - средняя площадь (%);
- д 40% и более – Ц40 - средняя площадь (%).

2.5.2. Площадь отдельных включений (средняя площадь трех наибольших включений, мкм^2):

- а до 2000 мкм^2 – Цп2000 - средняя площадь (мкм^2);
- б 2000 – 10000 мкм^2 – Цп6000 - средняя площадь (мкм^2);
- в 10000 – 16000 мкм^2 – Цп13000 - средняя площадь (мкм^2);
- г 16000 – 25000 мкм^2 – Цп20000 - средняя площадь (мкм^2);
- д 25000 мкм^2 и более – Цп25000 - средняя площадь (мкм^2).

2.6. Размер эвтектического зерна, увеличение $\times 20$. Определяются расположением включений фосфидной эвтектики по границам эвтектических колоний, травление раствором азотной кислоты. При этом границы эвтектических колоний выявляются в виде светлой сетки на темном поле перлита в результате слабой травимости фосфидной эвтектики и прилегающих к ней участков перлита, обогащенных фосфором. В перлитном чугунае выявляется сеткой цементита или ледебурита.

Исследования состава кристаллизующихся фаз, распределения дисперсных фаз осуществляют на растровом электронном микроскопе-микроанализаторе РЭММА 101А. В качестве объекта исследования используют нетравленные шлифы с площадью поверхности $1,2 \text{ см}^2$ и толщиной 1 см. Полировку производят алмазной пастой. Качество подготовки поверхности контролируют с помощью оптического микроскопа.

Для получения общей картины поверхности используют режим сканирования растрового электронного микроскопа по площади прямоугольника лежащего в пределах исследуемого слоя, используя увеличения $\times 40$, $\times 50$, $\times 100$, при анализе структуры фаз, межфазных границ используют увеличения $\times 200$, $\times 300$ и $\times 400$, $\times 7000$ вплоть до $\times 20000$. Определение состава формирующихся фаз по сечению деталей отлитых центробежным методом, а также концентрационного распределения элементов по глубине проводят в автоматическом режиме пошагового сканирования электронным зондом с шагом 300 мкм , при увеличении $\times 1200$. При этом, исходя из соображений получения наилучшей контрастности, минимальный размер исследуемой локальной неоднородности, воспроизводимой на экране, ограничивается, в соответствии с рекомендациями размером 0,1 мкм на поверхности образца [1-2].

Сбор спектрометрической информации для проведения микроанализа производится с энергодисперсионного рентгеновского спектрометра в разных аналитических режимах прибора. При проведении исследований значение ускоряющего напряжения на аноде электронной пушки составило 20,00 кВ, а угол выхода рентгеновских лучей $40,00^\circ$, что позволяет уменьшить погрешность счета интенсивности лучей характеристических спектров элементов от плос-

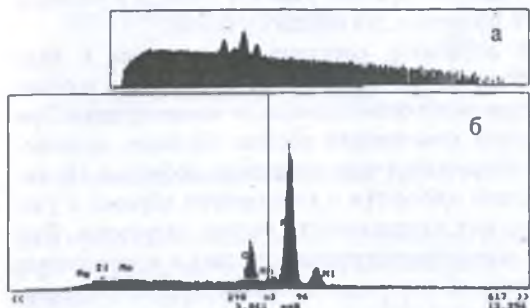


Рис. 3 Окно рабочего экрана EDS – канала, с отображением исследуемого спектра в логарифмическом (а) и линейном (б) масштабах.

рабочий экран EDS-канала (рис.3). Он разбит на три зоны. В верхней части справа – окно для общего вида спектра в логарифмическом масштабе. Средняя часть экрана отведена для главного окна, в котором выводится спектр в линейном, регулируемом, масштабе. Непосредственно под ним отображается информацию о текущем состоянии окна.

В процессе выполнения качественной обработки производят калибровку спектра по энергии, поиск и идентификацию пиков, определяют их площади с разделением частично наложенных пиков и сохранением результатов обработки для последующих расчетов концентраций определяемых элементов.

Калибровку спектров производят по двум реперным пикам. Пики выбирают исходя из условий отсутствия признаков искажения формы за счет наложения, контрастности (заметного выделения из фона) и расположения в противоположных концах спектра. Калибровку для выполняют по характеристическим линиям лежащих в различных частях спектра, энергии которых задают с помощью KLM-маркера. После калибровки спектров выполняют качественный энергодисперсионный анализ.

Задачей анализа является определение химического состава образца, его отдельных зон и фазового распределения компонентов, т. е. установление присутствия линий характеристического рентгеновского излучения в спектре объекта и расшифровка этих линий. В процессе обработки результатов эксперимента применяют как автоматический поиск пиков в спектре и расшифровку линий, так и визуально-ручной способ с применением KLM-маркеров. Результатом завершения выполнения качественного анализа является определение соответствия химических элементов пикам в спектре.

После проведенной качественной, выполняют количественную обработку спектра. Количественная обработка спектра заключается в определении интенсивностей аналитических линий присутствующих в спектре элементов, т.е. площадей соответствующих пиков с учетом возможных наложений. Для ее выполнения формируется задание для обработки, заключающееся в определении

костности поверхности шлифа. При этом эффективный размер пятна составляет 2 мкм. Для обработки результатов сканирования рекомендуется использовать оригинальную программу расчета на ЭВМ, позволяющую автоматически вносить поправки на атомный номер элемента, поглощение и сенсibilизированную флуоресценцию.

При запуске энергодисперсионного модуля и на терминал выводится ра-

списка оцениваемых элементов, разметке рабочих участков спектра и установлении значений степени фонового полинома для каждого участка.

Результаты количественной обработки спектров оформляются в виде сводной итоговой таблицы интенсивностей, определяемых элементов необходимой для последующих пересчетов полученных данных по концентрации. При этом используют процедуру расчета химического состава образцов, основанную на классической схеме ZAF-коррекции учета матричных эффектов. По результатам измерения интенсивностей элементов в стандартном образце с учетом матричных эффектов определяют интенсивность чистых элементов. При этом расчет производится путем итеративного расчета состава и поправочных ZAF-коэффициентов. Таким образом, для проведения количественного анализа используются данные по интенсивности чистых элементов, полученных при тех же условиях анализа, что и у исследуемого образца. Итоговые результаты вычислений нормируют к 100 %. Пересчет в весовые проценты производится по общепринятой методике.

Для уменьшения относительной среднеквадратичной погрешности для фона и повышения чувствительности анализа увеличивают время счета до 200 с. на анализируемую точку в случае определения элементов с малой концентрацией. Стабильность работы зонда в процессе исследований контролируется путем сопоставления интенсивностей характеристических спектров эталонов до и после измерений на образцах. При таких условиях относительная точность определения концентрации составила 1-4% на анализируемый элемент [1-2].

Вследствие того, что элементам с малыми атомными номерами в частности *C*, *O*, *N* характерно сильное поглощение мягкого рентгеновского излучения, то их качественный и количественный анализ измерением энергетической дисперсии не представляется возможным.

Для подтверждения результатов идентификации структурных составляющих, выполненных методами микрорентгеноспектрального, химического анализа (ГОСТ 11930.1) и путем замера микротвердости, определение фазового состава образцов производят методом рентгеноструктурного анализа. Выявление структурных составляющих выполняют по данным о типе кристаллической решетки. Исследования проводят на дифрактометре ДРОН-3М или аналогичном с выведением интенсивности дифракции в узком угловом интервале на ЭВМ и обработке её по программе для уменьшения погрешности эксперимента. При проведении рентгеноструктурного анализа применяют фокусировку от плоского образца, вырезанного из материала покрытия с площадью для исследования 1,2×2 см, по Бреггу-Брентано и используют K_{α} серию характеристического рентгеновского излучения меди. В связи с небольшим разрешением линий K_{α_1} и K_{α_2} расчет ведут по длине волн

$$K_{\alpha} = \frac{K_{\alpha_1} + K_{\alpha_2}}{2} = \frac{1,5374 + 1,5412}{2} = 1,5393. \quad (1)$$

Обработку наиболее вероятных фаз ведут по формулам:

$$- \text{ для кубической сингонии } \sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4\alpha^2} (H^2 + K^2 + L^2); \quad (2)$$

$$- \text{ для тетрагональной сингонии } \sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4\alpha^2} (H^2 + K^2 + L^2 + \frac{\alpha^2}{c^2}); \quad (3)$$

$$- \text{ для гексагональной сингонии } \sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4\alpha^2} \left[\frac{4}{3} (H^2 + HK + K^2) + L^2 \frac{a^2}{c^2} \right]; \quad (4)$$

где θ - угол скольжения; a, b, c - параметры элементарной ячейки в \AA или κX ; H, K, L - индексы интерференции плоскости; λ - длина волны рентгеновских лучей в κX ($\lambda = 1,5393 \text{ \AA}$).

Полученные расчётным путём значения угла скольжения 2θ сравнивают с экспериментальными с учётом относительной интенсивности дифракционного максимума I/I_1 . Идентификацию фазовых составляющих образцов проводят на основании сопоставления межплоскостных расстояний трех наиболее сильных дифракционных линий.

На основании данных металлографического, микрорентгеноспектрального, рентгеноструктурного анализов, а также измерением микротвердости делают заключение о причинах расхождения показаний твердости в сравнении с магнитной характеристикой и на основании этого разрабатывают браковочные нормы. Накопленный опыт контроля качества деталей, выполненных из различных материалов, позволяет сделать вывод о большей чувствительности коэрцитивной силы по сравнению с традиционным измерением твердости.

Список литературы

1. Попов В. Ф., Горин Ю. Н. Процессы и установки электронно-ионной технологии. - М.: Высшая школа, 1988. - 256 с.
2. Уманский А. С., Скаков Ю. А. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия, - М.: Металлургия 1982. - 418 с.
3. Чалых А. Е., Алиев А. Д., Рубцов А. Е. Электронно-зондовый микроанализ в исследовании полимеров, - М.: Наука, 1990. - 191 с.
4. Нарита К. Кристаллическая структура неметаллических включений в стали, - М.: Металлургия, 1969 - 191 с.

Анотація

Комплексна методика оцінки якості чавунних деталей

Запропоновано комплексну методіку розробки бракувальних норм з оцінки якості чавунних деталей за коерцитивною силою.

Abstract

Complex method of estimation of quality of cast-iron details

The complex method of development norms marriages is offered from estimation quality of cast-iron details after coercitiv force.