

УДК 620.179.14
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТЕРМООБРАБОТКИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ
СТАЛИ Р6М5

М. А. МЕЛЬГУЙ
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Сталь Р6М5 предназначена для изготовления металлорежущих инструментов высокой производительности (концевые и дисковые фрезы, сверла, метчики и т.п.), работающих в условиях повышенного разогрева режущей кромки. Инструменты сохраняют высокую (не ниже 58 *HRC*) твердость при нагреве до температуры 620° С. Химический состав установлен в ГОСТ 19265-73. Поставляется в виде прутков диаметром от 16 до 100 мм (ГОСТ 2590-2006).

Качество инструмента в настоящее время контролируют посредством измерения твердости и исследования структуры. Однако по твердости невозможно выявить недогрев или перегрев при отпуске (см. ГОСТ 19265-73, Приложение 4, черт. 5) [1] из-за неоднозначной ее зависимости от температуры отпуска.

Цель настоящей работы – исследовать возможность контроля качества термообработки импульсным магнитным многопараметровым методом.

Образцы для исследований в виде колец наружным диаметром 17 мм и внутренним 13 мм, высотой 10 мм изготовлены из прутка диаметром 18 мм, химический состав которого, согласно сертификату поставки, соответствовал требованиям ГОСТ 19265-73.

Термообработка осуществлена в производственных условиях ОАО «Оршанский инструментальный завод». Закалка: подогрев в соляной ванне (78 % $BaCl_2$ и 22 % $NaCl$) в течение одной минуты, нагрев под закалку в соляной ванне (95 % $BaCl_2$ и 5 % MgF_2) в течение 30 с, охлаждение также в соляной ванне при температуре 650 °С 20 с и далее на воздухе до температуры цеха. Отпуск образцов, закаленных при температуре 1225 °С и отпущенных при разных температурах, однократный в течение часа, образцов, закаленных при разных температурах и отпущенных при температуре 560° С, трехкратный по одному часу каждый.

Измерение параметров петли гистерезиса по градиенту напряженности поля остаточной намагниченности, обработку статистических данных, поиск оптимальных уравнений корреляционных связей, среднеквадратического отклонения и коэффициентов корреляции осуществлены по методике, описанной в [2], с помощью импульсного магнитного анализатора многопараметрового [3], работающего в комплекте с ПЭВМ, обеспеченной специальными программами управления прибором ИМА-М и поиска

оптимальных уравнений корреляционной связи между измеренными магнитными величинами и контролируруемыми характеристиками. Результаты исследований показали, что твердость HRC монотонно возрастает с увеличением температуры закалки в интервале 1100–1260 °С, а магнитные параметры изменяются неоднозначно, однако выявляют область оптимальной температуры закалки. При отпуске, наоборот, твердость неоднозначно изменяется с изменением температуры в интервале 300–700 °С, а магнитные параметры изменяются монотонно.

Тем не менее поиск уравнений корреляционной связи показал, что существует такой режим намагничивания и, соответственно, уравнения корреляционной связи, преобразующие измеренные магнитные характеристики в требуемые контролируемые, которые будучи записанными в память прибора ИМА, позволят получить на экране прибора требуемые характеристики с достаточной степенью точности (коэффициент корреляции не менее 0,99, среднеквадратическое отклонение – на уровне прямых измерений).

Для образцов стали Р6М5 в режиме намагничивания: максимальная амплитуда положительных импульсов $H_{sn}=5,228 \cdot 10^5$ А/м и максимальная амплитуда перемагничивающих импульсов $5,8 \cdot 10^4$ А/м, – найдены оптимальные уравнения корреляционной связи, позволяющие однозначно рассчитать:

- температуру закалки $t_{закр}$ и твердость HRC_p после закалки от разных температур и трехкратного отпуска;
- температуру отпуска $t_{отпр}$ и твердость HRC после закалки от 1225 °С и однократного отпуска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ГОСТ 19265.** Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия.
2. **Матюк, В. Ф.** Контроль прочностных характеристик и качества термообработки ферромагнитных изделий по параметрам петли гистерезиса остаточной намагниченности при их локальном намагничивании импульсным магнитным полем изменяющейся амплитуды. Параметры петли гистерезиса / В. Ф. Матюк [и др.] // Дефектоскопия. – 2005. – Ч. 1– № 5 – С. 3–13; Ч. 2. – С. 14–23.
3. **Матюк, В. Ф.** Разработка нового прибора для магнитной структуроскопии на основе особенностей гистерезиса остаточной намагниченности при импульсном намагничивании изделия / В. Ф. Матюк, М. А. Мельгуй // Приборы и методы измерения. – 2011. – № 1 (2) – С. 17–24.