

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТПУСКА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВАВ СТАЛИ 60С2ХФА МЕТОДОМ МАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ

Шкрябко А.Э., Дубасов В.М.

Луганский государственный университет им. Владимира Даля

Фазовый магнитный анализ используют для контроля качества сплавов на основе железа. Контролю подвергают как литые слитки и прокат, так и термически обработанные детали. Необходимость такого контроля вызвана следующими обстоятельствами. Известно, что при увеличении содержания феррита в сталях интенсивно снижаются их прочность и твердость. При увеличении содержания перлита и цементита в виде самостоятельной структурной составляющей (вторичного цементита) сильно повышаются твердость сталей и их склонность к хрупкому разрушению. Одновременно с этим резко ухудшается обрабатываемость деталей резанием. Таким образом, определение фазового состава является не самоцелью, а способом оценки свойств деталей без их разрушения.

Большинство механических и технологических свойств сплавов определяются не только фазовым составом, но и структурой - размером зерна, формой и взаимным расположением различных структурных составляющих, их дисперсности. На свойства материалов влияют также различные дефекты кристаллического строения и микронапряжения. Поэтому необходим контроль структуры изделий, поскольку без этого невозможно обеспечить их необходимый комплекс свойств.

Для магнитного анализа и структуроскопии используется корреляция между магнитными и физико - химическими свойствами материалов. Корреляция возникает в тех случаях, когда физические и химические процессы образования и перестройки структуры и фазового состава металла одновременно формируют и изменяют его магнитные свойства. Магнитный структурный анализ основан на определении коэрцитивной силы. Коэрцитивной силой называют значения напряженности магнитного поля, при котором равна нулю намагниченность материала, которая изменяется по петле гистерезиса.

Наиболее широко применяют коэрцитиметры с приставными электромагнитами, вынесенными в отдельный блок. После намагничивания участка изделия, на котором осуществляется контроль, плавно увеличивают ток размагничивания, пока измерительный прибор, подключенный к феррозонду, не покажет отсутствие магнитного потока в изделии.

Коэрцитиметр может быть использован для работы в термических цехах, лабораториях, отделах технического контроля (ОТК) машиностроительных, металлургических, инструментальных предприятий для забраковки или аттестации изделий одинаковой формы и размеров.

Наиболее тесная корреляция установлена между коэрцитивной силой H_c и твердостью HRC различных марок пружинных сталей (рис. 1, заштрихованная область). Очевидно, зависимость коэрцитивной силы от твердости для стали 60С2ХФА находится в заштрихованной, однако точный ее вид неизвестный и может быть установлен только экспериментально.

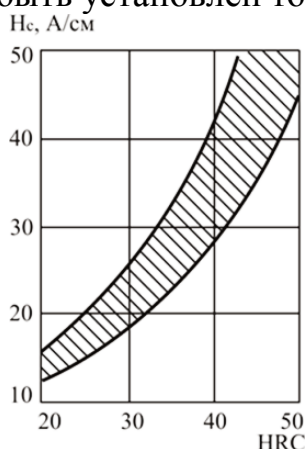


Рисунок- 1. Взаимосвязь коэрцитивной силы и твердости пружинных сталей

Для экспериментального определения зависимости коэрцитивной силы пружинной стали 60С2ХФА от ее твердости использовались призматические образцы длиной 120 мм с размерами в поперечном сечении 20 × 20 мм. Все образцы подвергались закалке по следующему режиму: температура нагрева $t = 850 - 870^{\circ}\text{C}$; выдержка в печи $\tau = 30$ мин.; охлаждение в масле; отпуск при температурах 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550 и 600°C в течение 1 часа с охлаждением на воздухе. В лабораторных исследованиях использовался универсальный коэрцитиметр КИМФО-1М. Твердость образцов измерялась на твердомере РоквеллаТК-2.

По методике исследована зависимость коэрцитивной силы стали 60С2ХФА от твердости после термической обработки - закалки и отпуска. Результаты измерений представлены в табл. 1. Для получения одной экспериментальной точки использовались три одинаковых образца, закаленные и отпущенные при одинаковой температуре.

Таблица 1
Твердость и коэрцитивная сила закаленной стали 60С2ХФА
в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, $^{\circ}\text{C}$	№ образца	HRC	Коэрцитивная сила, H_c , А/см
150	1-1	61	119
	1-2	62	118
	1-3	60,5	120
200	2-1	60	115
	2-2	59,5	116
	2-3	60,5	113

250	3-1	58	103
	3-2	57	102
	3-3	58	105
300	4-1	56	94
	4-2	55	93
	4-3	54	94
350	5-1	52	70
	5-2	53	68
	5-3	51	71
400	6-1	47	60
	6-2	45	61
	6-3	46	61
450	7-1	40	53
	7-2	42	52
	7-3	41	54
500	8-1	32	42
	8-2	31	43
	8-3	31,5	44
550	9-1	29	35
	9-2	30	36
	9-3	28	35
600	10-1	26	30
	10-2	27	30
	10-3	25	32

График зависимости твердости стали 60С2ХФА от температуры отпуска приведен на рис. 2.

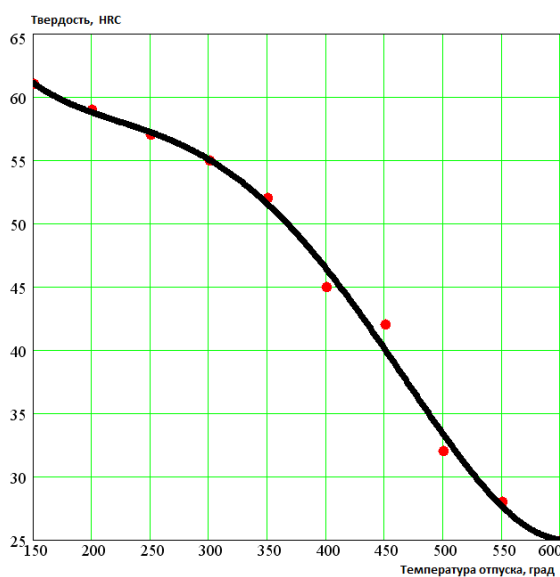


Рисунок - 2. График зависимости твердости стали 60С2ХФА от температуры отпуска

Таким образом показано влияние температуры отпуска на структурные преобразования в стали 60С2ХФА.

График зависимости коэрцитивной силы стали 60С2ХФА от ее твердости приведен на рис. 3.

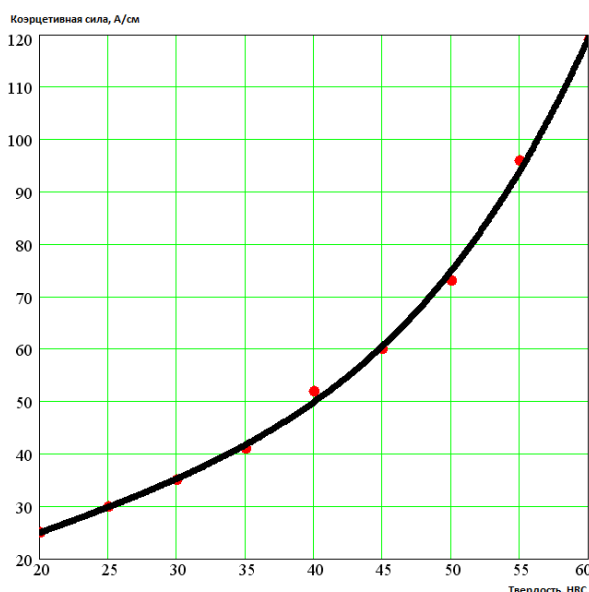


Рисунок- 3 График зависимости коэрцитивной силы стали 60С2ХФА от ее твердости

Согласно полученным данным в диапазоне температур отпуска 150 - 200 °С твердость стали уменьшается несущественно, что обусловлено сохранением высокой концентрации углерода в твердом растворе на основе α -Fe. При увеличении температуры отпуска концентрация углерода в твердом растворе снижается вследствие образования карбидов, и твердость стали уменьшается.

Литература:

1. Гуляев А.П. Пружинные стали. Справочник. – М.: Машиностроение, 1975. - 272с.
2. РахштадА.П. Пружинные стали и сплавы. Изд-во Металлургия, 1971. – 496 с.
3. АпаевБ.Л. Фазовый магнитный анализ. М.: Металлургия, 1973.-280 с.
4. АпаевБ.Л. Технический анализ в металлургии. М.: Металлургия, 1973.-298 с.
5. Фролов В.В., Теплофизические свойства сталей и сплавов/ Фролов В.В., Винокуров В.А., Волченко В.Н. - М.: Металлургия, 1970. – 592с.
6. ГОСТ 1452-2011. Пружины цилиндрические винтовые тележек и ударно-тяговых приборов подвижного состава железных дорог. Технические условия.