

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРА И ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА КАЧЕСТВО И СВОЙСТВА ВТУЛКИ ЦИЛИНДРА МАЛЫХ СУДОВ И ОЦЕНКА ИХ ПО КОЭРЦИТИВНОЙ СИЛЕ

Скобло Т.С., докт. техн. наук, проф., Власовец В.М., кан. техн. наук,
Марченко М.В

*(Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства)*

Влияние модификатора и легирующих элементов на качество и свойства втулки цилиндра малых судов и оценка их по коэрцитивной силе.

Повышение качества серого чугуна и получаемых из него отливок достигается различными металлургическими и технологическими приёмами, наиболее распространённым и перспективным из которых является модифицирование жидкого чугуна. Существуют различные способы модифицирования, предназначенные для получения определённых эксплуатационных свойств отливок в конкретных производственных условиях.

В последнее время получает распространение микролегирование жидкого чугуна, которое по способу ввода добавок (в количестве сотых и десятых долей процента от веса металла) и механизму действия почти не отличается от модифицирования. В большинстве случаев оно предназначено для стабилизации перлита и предотвращения ферритизации чугуна в массивных сечениях.

Легирующие чугуна такими элементами, как хром, медь, никель, молибден и марганец, их влияние на свойства и структуру серого чугуна с пластинчатым графитом хорошо известны [1-2].

Влияние химических элементов (особенно количественное), входящих в состав модификаторов, изучено значительно меньше, чем влияние тех же элементов, содержащихся в обрабатываемом чугуне. Это объясняется тем, что конечный результат модифицирования зависит в решающей степени от технологии ввода модификатора, температурных и временных параметров, химического состава исходного чугуна и толщины стенки отливки [3].

Исходя из изложенного выше была поставлена задача определить вклад легирующих и модифицирующих добавок на изменение коэрцитивной силы во втулках малых судов.

Методом спектрального анализа по месту измерения твёрдости и коэрцитивной силы проверили концентрацию Si и легирующих компонентов Ni и Cu (табл. 1).

Исследованиями установлено, что колебания твердости в чугуне, содержащем C = 2,95-3,33%, Si = 1,98-2,23%, Ni до 1,17% и Cu до 0,7% не превышают 7-10% от градуировочной прямой (рис. 1), такие же изменения соответствуют и коэрцитивной силе (изменяется от 14,4 до 15,7А/см при замерах тангенциальных и до 16,1 А/см при - радиальных). Это дает основание для построения градуировочной шкалы, представляющей собой линейную зависимость между

рассматриваемыми характеристиками. Для уменьшения погрешности проводили оценку коэрцитивной силы отдельно для наружного и внутреннего слоев стенки такого типа втулок, для чего выполнили расчет и построение двух линейных зависимостей рис.1. При этом ошибка составляет от 0 до 2,5% для легированного металла и от 0 до 7,5% для чугуна, содержащего до 0,5%Ni, 0,5%Cu и 0,5%Mo.

Таблица 1

Концентрация химических элементов в исследуемых зонах

Номер образца	Концентрация химических элементов %			
	Зона	Si	Ni	Cu
	Коэффициент корреляции с коэрцитивной силой			
	1	0,07	0,85	-0,8
	2	-0,03	0,85	-0,83
	Коэффициент корреляции с измеренной твердостью			
	1	-0,08	0,65	-0,63
	2	-0,07	0,78	-0,79
№ 2-1	1	2,06	1,15	0,44
	2	2,07	1,17	0,43
№ 2-2	1	2,05	1,16	0,45
	2	2	1,14	0,42
№ 7-2	1	2,23	1,16	0,44
	2	2,13	1,14	0,42
№ 53-2	2	2,11	0,44	0,7
№ 55-1	1	2	0,43	0,65
	2	2,04	0,45	0,69
№ 55-2	1	2,06	0,45	0,7
	2	2,01	0,44	0,66
№ 75-1	1	2,07	0,43	0,66
	2	2	0,44	0,64
№ 75-2	1	2	0,45	0,7
	2	2,02	0,44	0,68

Как видно из исследований, уровень H_c находится в тесной связи со структурой материала и его химическим составом. В зависимости от концентрации легирующих и модифицирующих компонентов коэрцитивная сила может возрастать в 1,76 раза (только при увеличении концентрации никеля выше значений ТУ).

Локальным спектральным анализом на установке "Спрут" (диаметр пятна 4 мм) в зонах с минимальной твердостью 201 НВ [образцы 324 – 6 (3) и 324 – 4(2)] выявлена повышенная концентрация углерода 4,2 – 4,48%, что соответствует эвтектическому и заэвтектическому чугунам где кристаллизуется грубый первичный графит. Концентрация углерода в этих зонах превышает требования ТУ. Основные химические элементы, оговоренные ТУ: Si, Mn, Cr, Mo, Ni, Cu, P, S находятся в допустимых пределах (табл. 2). Влияние скорости кристалли-

зации анализировали по показаниям твердости и коэрцитивной силы на одной втулке №324. При сопоставительных испытаниях по этим показаниям с другими втулками было установлено, что они в меньшей мере зависят от скорости кристаллизации, а в большей – от ликвации химических элементов.

Таблица 2

Химический состав исследуемых втулок и концентрация элементов по ИТД

Образец №	Массовая доля элементов										
	C	Si	Mn	Ni	C+Si	Cu	Cr	Mo	Ti	P	S
										Не более	
ИТД	3,1-3,5	1,8-2,3	0,7-1,2	0,3-0,6	5,3-5,7	0,8-1	0,35-0,5	0,3-0,5	0,05-0,12	0,15	0,1
324	3,3	2,23	0,82	0,4		0,97	0,4	0,43	0,056	0,07	0,05
324(4) - 1	3,216	2,18	0,863	0,48		0,91	0,32	0,41	0,075	0,12	0,07
324(4) - 2	4,2	2,16	0,853	0,47		0,86	0,32	0,42	0,063	0,13	0,08
324(6) - 1	3,63	2,14	0,871	0,48		0,89	0,32	0,42	0,07	0,12	0,06
324(6) - 2	3,67	2,1	0,856	0,48		0,88	0,31	0,4	0,07	0,12	0,06
324(6) - 3	4,48	2,05	0,895	0,48		0,8	0,33	0,45	0,07	0,14	0,07

Кроме основных элементов выявлены малые концентрации: Al, Co, Nb, V, W, Pb, Mg, As, Ce, Zr, Fe (табл. 3). Причём содержание модификаторов Ce, Zr и Mg не является стабильным. Можно предположить, что эти компоненты как и углерод входят в состав модифицирующей присадки, которая неравномерно распределяется в заготовке. Это подтверждается их ликвацией в сопоставляемых зонах.

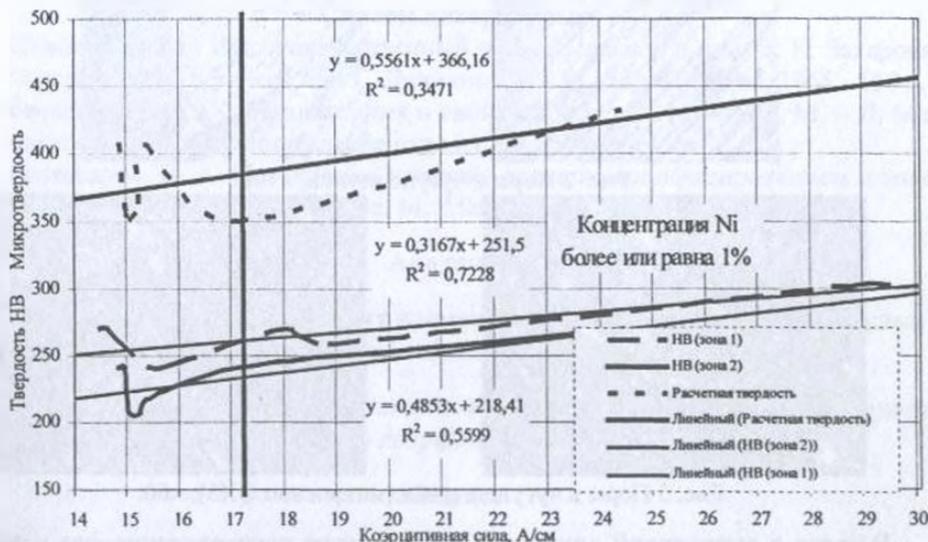


Рис. 1. Зависимость коэрцитивной силы от измеренной и расчетной твердости.

Кроме того, во втулках с низкой твердостью выявлено значительное количество пор. Так, при 170 – 207 НВ (№ 369) доля пор составляла: в наружной поверхности – 22%, средней части – 7,4% в поле зрения шлифа, и во внутренней – 5% (рис. 2, 3). Их появление, с учётом выявленной ликвации компонентов мо-

дификатора, предположительно может быть связано с повышенной его влажностью. Количественную оценку доли пор проводили по площади занятой на шлифе статистическим методом с использованием компьютерной программы.

Таблица 3

Химический состав и концентрация элементов не входящих в состав отливки

Образец №	Массовая доля элементов												
	Al	Co	Nb	V	W	Pb	Mg	As	Zr	Ce	Te	B	Fe
324(4) - 1	0.002	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.002	0.0006	0.0089	0.0014	<0.0003	0.013	0.0018	91.4
324(4) - 2	0.002	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.002	<0.0001	0.0117	0.001	0.0014	0.017	0.0018	90.5
324(6) - 1	0.0027	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.002	0.0006	0.009	0.0011	<0.0003	0.013	0.0017	91.0
324(6) - 2	0.0022	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.002	0.0004	0.0113	0.0011	0.0005	0.014	0.0017	91.1
324(6) - 3	0.0015	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.002	<0.0001	0.0108	<0.001	0.0021	0.018	0.0019	90.3



Рис. 2 Поры в чугуне втулки, $\times 100$.

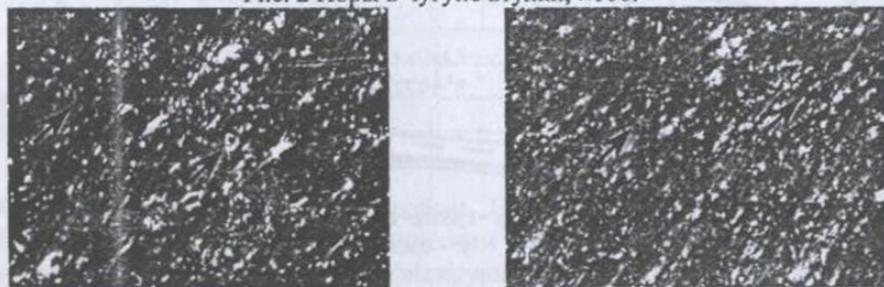


Рис. 3 Поры в чугуне втулки (микроскоп QX3), $\times 60$.

В связи с выявленной ликвацией компонентов распределение фаз в этих втулках не имеет каких-либо закономерностей.

В зонах с повышенной твёрдостью выявлены отдельные, скопления и плёночные неметаллические включения. При изготовлении шлифов они разрушаются, выкрашиваются и оставляют след в виде царапины. Поскольку царапина глубокая, вывести её длительной полировкой не представляется возможным. В ряде случаев в неё попадает грязь (графит) и создается впечатление плохой

підготовки шліфа.

Виявлені неметалічні включення можуть бути віднесені (по кольору і формі) до карбідів і карбонітридів титану і цирконія. Їх утворення призводить до зменшення частки графіту за рахунок перерозподілу вуглецю. В цьому випадку коерцитивна сила зростає до 20–27 а/см. Згідно з ТУ виділення цементита і карбидосодержащих фаз не допускається.

В результаті проведених досліджень для втулок малих судів було встановлено, що відхилення по твердості і коерцитивній силі пов'язані з ліквідаційними процесами. Так, при ліквідації вуглецю і його вмісті 4,2–4,48% призводить до зниження коерцитивної сили, внаслідок виділення грубого первинного графіту.

При введенні вологого модифікатора була зафіксована значуща пористість металу і так само падіння коерцитивної сили і твердості.

Відхилення твердості вище верхнього межі ТУ – визначаються скопленнями нітридів і карбонітридів титану і цирконія, які виділяються як в вигляді окремих включень, скоплень, так і в вигляді сітки. В останньому випадку це призводить до появи значень твердості рівних 277–295 НВ. При твердості нижче нижнього межі (170–210 НВ) виділяється грубий первинний графіт і коерцитивна сила суттєво падає ≤ 4 А/см. Наблюдаємо пов'язано з ліквідаційними явищами і може бути віднесено до нерівномірного розподілу модифікатора.

Список літератури

1. Пивоварський Е. Високоякісний чугун. Переклад з нім. Е. К. Захарова. Під ред. І. Н. Богачева і Б. Г. Ливишца. Т. 1 М.: Металургія, 1965.- 650 с.
2. Гіршович Н. Г. Кристалізація і властивості чугуна в литвках. М. – Л. Машинобудування [Ленінградське відділення], 1966.- 562 с.
3. Комісаров В. А. Підвищення якості литвок модифікацією і мікролегенням сірого чугуна. М.: НІИМАЗ, 1968.- 50 с.

Анотація

Вплив модифікатора і легуючих елементів на якість і властивості втулки циліндра малих судів і оцінка їх по коерцитивній силі

Вплив модифікатора і легуючих елементів на якість і властивості втулки циліндра малих судів і оцінка їх по коерцитивній силі.

Abstract

Influence of the modifier and alloying elements on quality and properties of the cartridge of the cylinder of small courts and their estimation on coercitive to force

Influence of the modifier and alloying elements on quality and properties of the cartridge of the cylinder of small courts and their estimation on coercitive to force.