

**Влияние структуры матрицы серого чугуна и химического состава на
твёрдость сплава и коэрцитивную силу**

Скобло Т.С., проф., д.т.н., Власовец В.М., проф., д.т.н.,

Марченко М.В., доцент, к.т.н., Заец В.Н. студентка

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

В работе проведен анализ по влиянию структуры матрицы и химического состава серого чугуна, применяемого для производства втулок цилиндров, на показания твёрдости и коэрцитивной силы

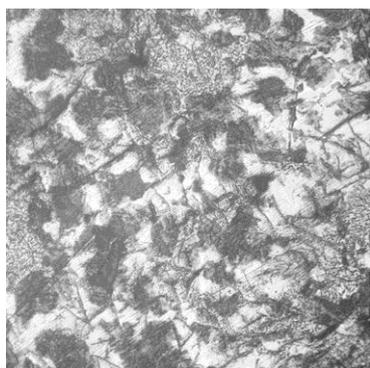
Постановка проблемы. Существенное влияние на уровень твердости отливок из чугуна оказывают: химический состав и формируемая структура (особенно доли феррита и карбидной фазы). Одновременно соотношение фаз существенным образом зависит и от скорости кристаллизации втулки. Проанализировать качество формируемой структуры в железоуглеродистых сплавах без применения разрушающего контроля и является одной из приоритетных задач машиностроительного производства.

Анализ последних исследований и публикаций. Химический состав втулок цилиндров строго оговорен техническими требованиями. Скорость кристаллизации определяется температурой заливки металла, толщиной теплоизоляционного покрытия и температурой формы (фактор трудно проконтролировать и учесть при поточном производстве, поскольку с увеличением числа "наливов" температура ее возрастает).

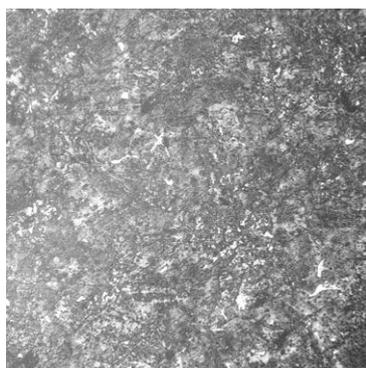
Целью работы является анализ структуры и химического состава втулок цилиндров изготовленных методом центробежного литья используя неразрушающий метод контроля по коэрцитивной силе.

Основной материал исследований. Нарушение технологического процесса разлива втулок цилиндров методом центробежного литья, с использованием различных модифицирующих добавок и углеродного боя в ковш для корректировки химического состава, могут способствовать формированию ликвационных зон с неравномерным формированием структуры.

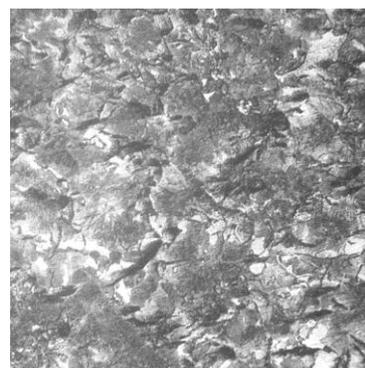
Оценивая структуру металла по сечению отливки можно установить не только его фазовый состав, но и условия кристаллизации отдельных зон заготовки. Одним из основных критериев качества втулок и сдаточной характеристикой является уровень твердости, соответствующий значениям 217-269НВ. На рис. 1 приведены структуры, обеспечивающие и не обеспечивающие требованиям ТУ.



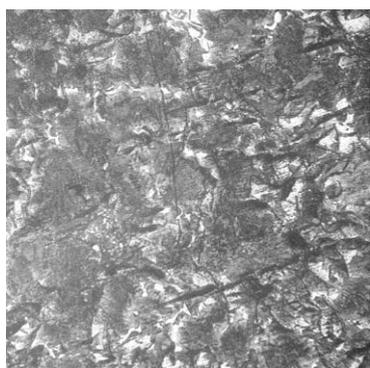
302 НВ



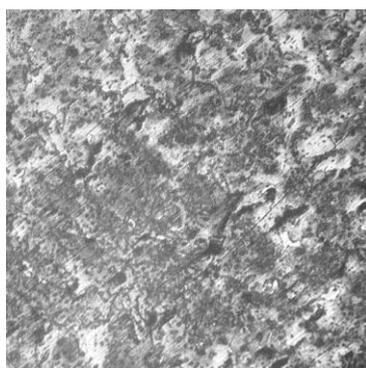
207 НВ



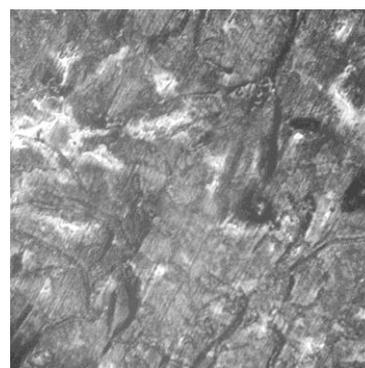
269 НВ



255 НВ



269 НВ



241 НВ

Рис. 1. Характерные структуры, формирующиеся во втулке, обеспечивающие (217-269 НВ) и не обеспечивающие требованиям (<217НВ и >269НВ) ТУ

При стабильной структуре можно ожидать получение близких значений (малого разброса) как коэрцитивной силы, так и твердости. С изменением количества и формы графита, а так же содержанием карбидной фазы, будут изменяться значения твердости и коэрцитивной силы. Задача состоит в том, чтобы оценить показания коэрцитивной силы в зависимости от изменений структуры сплава. Установление зависимостей позволит на каждой детали выяснить причины и области отклонения свойств с использованием неразрушающего контроля.

Для выявления отклонений в структуре металлической матрицы металла и формирования надежной связи твердость – коэрцитивная сила были выполнены статистические исследования. Оценивали структуру и свойства в одних и тех же зонах (табл.1 и 2).

Результаты анализа микроструктуры низколегированного чугуна втулки цилиндров показали, что помимо графита в структуре имеются следующие фазы: перлит, троостит, феррит, цементит, фосфидная эвтектика.

Автоматизированный подсчет фаз, произведенный по специальной методике [1] показал, что доля феррита в исследуемой выборке втулок не превышает 2%, поэтому её из анализа исключили.

Микроструктурные исследования выявили две составляющие матрицы – светлую и темную. Вначале они были отнесены к перлиту. Было высказано предположение об неоднородном травлении. Однако замеры микротвердости показали, что светлая, плохо травящаяся фаза имеет микротвердость равную Н-50-430÷487, что соответствует трооститу. Одновременно перлит хорошо травится и имеет микротвердость в пределах Н-50-338÷392. Такая структура характерна для всех исследованных гильз, независимо от содержания в них никеля и меди. Изменяется только доля фаз. Соотношение фаз в исследуемых отливках приведено в табл.2.

Фосфидную эвтектику при автоматизированной обработке данных трудно отделить от цементита при данном методе анализа. Учитывая, что в фосфидной эвтектике содержится цементит, и она имеет высокую микротвердость, отнесли её к карбидной фазе.

Таблица 2 - Распределение фаз во втулках с различным содержанием никеля

Номер втулки и место исследований	Количество фазы, %						
	Зона	Графит	Цементит	Ц/Г	Троостит	Перлит	Троостит/Перлит
	Коэффициенты парной корреляции с коэрцитивной силой						
	1	-0,49	0,36	0,49	-0,69	0,51	-0,66
2	-0,41	0,66	0,71	-0,23	0,14	-0,17	
Коэффициенты парной корреляции с измеренной твердостью							
1	-0,65	0,34	0,53	-0,57	0,47	0,55	
2	-0,65	0,52	0,63	-0,22	0,28	-0,26	
№ 2-1	1	16,5	10,7	0,7	28,5	44,3	0,6
	2	21,2	12,5	0,6	36,1	30,2	1,2
№ 2-2	1	20,0	10,2	0,5	27,0	42,8	0,7
	2	19,5	6,5	0,3	27,9	46,1	0,6
№ 7-1	1	19,9	5,5	0,3	23,8	50,8	0,5
	2	23,8	4,9	0,2	27,6	43,7	0,6
№ 7-2	1	21,9	6,4	0,3	33,4	38,3	0,9
	2	21,3	3,9	0,2	29,7	45,1	0,6
№ 53-2	2	20,1	5,4	0,3	46,5	28,0	2,1
№ 55-1	1	18,2	8,2	0,5	37,7	35,9	1,0
	2	25,4	5,9	0,2	34,5	34,2	1,0
№ 55-2	1	22,0	8,8	0,4	37,6	31,6	1,2
	2	25,3	5,6	0,2	28,5	40,6	0,7
№ 75-1	1	17,7	7,9	0,5	38,2	36,2	1,1
	2	19,1	6,5	0,3	39,5	34,9	1,1
№ 75-2	1	19,8	8,8	0,5	41,8	29,6	1,4
	2	22,7	5,8	0,3	30,6	40,9	0,7

Примечание: химический состав исследуемых втулок приведен в табл. 4.4.

Изучено влияние повышенной концентрации никеля на формирование фаз, однородность их распределения по зонам (наружная и внутренняя) и сечению. Установлено, что при увеличении концентрации никеля в 2 раза (до 1,17%) доля фаз несколько изменяются. Это касается, главным образом, троостита и перлита. Однако неоднородность распределения фаз по периметру наружной и внутренней поверхности втулки является весьма существенными. Неоднородность распределения характерна практически для всех составляющих, особенно цементита. Так, неоднородность распределения цементита в поверхностной зоне составляет 38,4%, а внутренней достигает 78,4%.

Большая однородность распределения фаз характерна для втулок с содержанием Ni = 0,43%. Она не превышает 13% для графита и цементита. Для перлита и троостита неоднородность их распределения составляет 28,7%.

Вместе с тем средние значения неоднородности распределения фаз по сечению во втулках с повышенной концентрацией никеля не превышают 10-12% для высокоуглеродистых фаз и 5-6% для продуктов распада аустенита. При малой концентрации никеля они достигают 16,0-30,0% и 3-8% соответственно.

Фосфидная эвтектика в исследуемых отливках имеет микротвердость равную Н-50-699-800, а цементит Н-50-893-1267.

Наиболее значимое влияние на уровень твердости и коэрцитивной силы оказывает светлая составляющая матрицы (троостит), у которого величина достоверности аппроксимации для наружного слоя заготовки соответствует – 0,69-0,57. Сила влияния этого фактора во внутренней части существенно ниже - 0,23 - 0,22, что связано с условиями кристаллизации (большей ликвацией компонентов в области меньшей скорости кристаллизации). В этом случае наиболее тесная связь характерна для карбидной фазы 0,66 – 0,52. Одним из факторов оценки коэрцитивной силы и твердости для внутреннего слоя может служить отношение доли цементита к графиту Ц/Г, где коэффициент парной корреляции составляет 0,71 – 0,63.

Вывод Изменение химического состава вносит существенный вклад в формирование структуры, а также уровня твердости и коэрцитивной силы. Так, повышение концентрации никеля в чугунах с 0,49 до 1,17% увеличивает количество междендритных укороченных и утолщенных включений графита в наружной поверхности втулки до 45-88%, в то время как во внутренней - оно не превышает 10-45% и одновременно появляются более грубые пластинчатые выделения. В таких втулках выявлена существенная неоднородность фаз по периметру наружной и внутренней поверхностей, особенно цементита. Неоднородность структуры достигает 38,4 и 78,4% соответственно. Вместе с тем по сечению средняя неоднородность в распределении фаз не превышает 5-12%. Для втулок с повышенной концентрацией никеля характерны более высокие показатели коэрцитивной силы от 17,0 до 30А/см.

Список литературы:

1. Скобло Т.С. Методика исследования фазового состава и структуры при восстановлении деталей электродуговой металлизацией. / Т.С. Скобло, А.И.Сидашенко, В.М. Власовец // Вісник ХДТУСГ. - № 4. – 2000. – С.114-119.

Анотація

Вплив структури матриці сірого чавуну і хімічного складу на твердість сплаву та коерцитивну силу

Скобло Т.С., Власовець В.М., Марченко М.В., Заєць В.М.

В роботі проведено аналіз щодо впливу структури матриці та хімічного складу сірого чавуну, застосовуваного для виробництва втулок циліндрів, на свідчення твердості і коерцитивної сили

Abstract

The influence of structure of the matrix of grey cast iron and chemical composition of the hardness alloy and coercive force

Skoblo T.S., Vlasovets V.M., Marchenko M.V., Zaiets V.N.

In work the analysis of the influence of the structure of the matrix and the chemical composition of grey cast iron, which is used for the production of the bushings of cylinders, on the testimony of hardness and coercive force