

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ЧУГУННЫХ ОТЛИВОК, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТРЕНИЯ И ИЗНОСА

В работе изучалось влияние температуры и давления на износ графитосодержащих чугунов СЧ18, ВЧ60-2. Установлены механизмы разрушения белых высокохромистых чугунов, структурные превращения протекающие в поверхностных слоях. Предложены рекомендации применения чугунов для отливок с найденными для них оптимальных параметров температур и давлений.

На металлургических и машиностроительных предприятиях существует много технологических процессов, связанных с работой деталей, механизмов в условиях трения при повышенных температурах и давлениях (прокатные валки, штамповый и прошивной инструмент и др.).

В указанных условиях износ представляет сложные физические и химические явления, протекающие в поверхностных слоях контактирующих зон. Знание этих явлений, а также факторов, вызывающих уменьшение трения и износа, позволяет осуществлять соответствующий подбор литейных материалов для различных технологических процессов.

В работе изучалась возможность применения графитосодержащих материалов (СЧ18, ВЧ60-2) и высокохромистых чугунов для работы в условиях высокотемпературного трения.

Исследования проводились на литых образцах с площадью трения 1 см^2 . Испытания проводились на установке УИВТ-1 [1], позволяющей приблизить условия испытания материалов к реальным. Опытный образец после прохождения им 1000 м пути по нагретому контртелу подвергался контрольному взвешиванию на весах ВЛА-200-М.

На рис.1 приведен сравнительный износ чугунов (СЧ-18; ВЧ60-2) от температуры испытания.

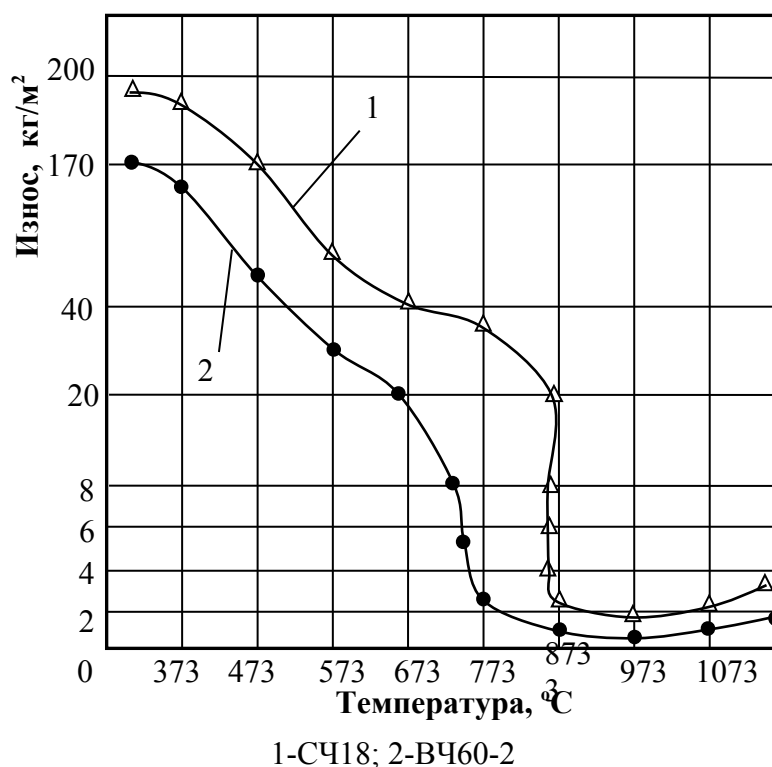


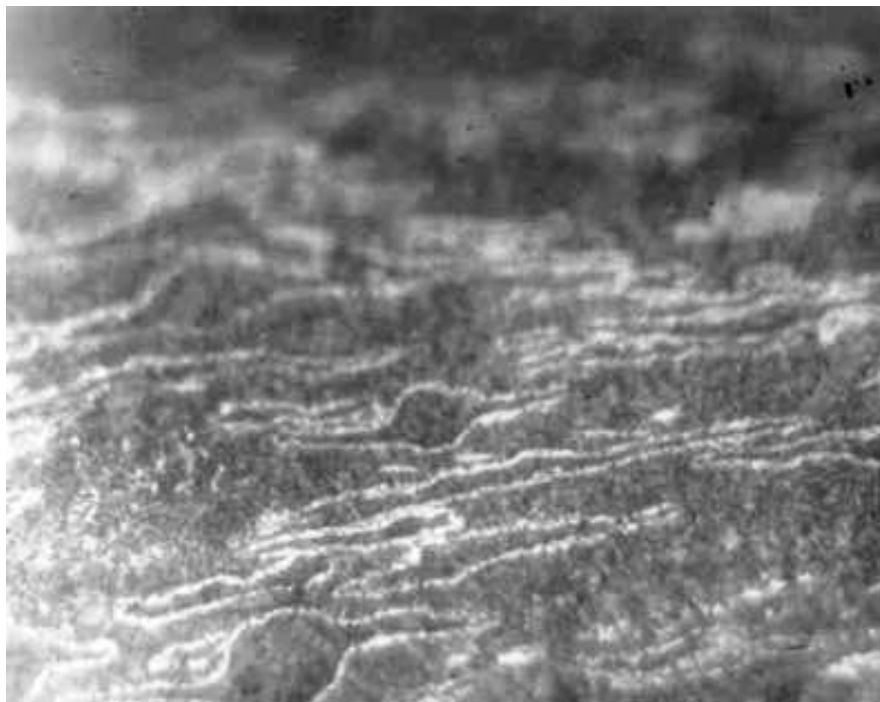
Рис.1 - Зависимость износа (на 1000 м пути) от

температуры при удельном давлении 25 МПа.

К материалу, работающему при повышенных температурах трения, предъявляются ряд требований: хорошая прирабатываемость, низкий коэффициент трения, малый износ, устойчивость гравюры. Исследования влияния формы графитовых включений на износостойкость чугунов проводились в интервале температур 293...1173 К и удельном давлении 25 МПа.

Основными факторами, влияющими на износ в интервале температур 293...873 К, являются прочностные характеристики, зависящие от формы графита, причем пластинчатый графит выполняет роль уловителя тепловой энергии трения, где локализуются напряжения, вызывающие послойное отделение основы.

Металлографический анализ показал, что в этом интервале температур износ происходит вследствие лепестково-послойного разделения основы металла по границам графитных включений чугуна СЧ18 с пластинчатой формой графита (рис. 1, кривая 1). В чугуне ВЧ60-2 с шаровидной формой графита (рис.1, кривая 2) износостойкость повышена в этом интервале температур. Причем существенную роль выполняет ферритная оболочка вокруг графита. Эта оболочка с повышением температуры значительно утончается, переходя в твердый раствор вторичной фазы, и препятствует возникновению микротрещин рис. 2.



x 500

Рис.2 - Микроструктура поверхностного слоя чугуна ВЧ60-2

Проведенные исследования позволили установить, что износостойкость чугунов СЧ18 и ВЧ60-2 в области температур 873...1073 К практически однозначна. Главным фактором в интервале температур является появление пластичности сопровождающейся изменением геометрической формы исследуемых образцов. Графит в процессе трения и пластической деформации приобретает пластинчатую форму, что свидетельствует о послойном износе (рис. 3).

В интервале температур 973 К и выше в поверхностном слое этого чугуна глубиной до 1,5 мм происходит скоростной рекристаллизационный отжиг и слоистой структуры (текстурирования) не наблюдается. Форма графита остаётся шарообразной. Тонкая сетка феррита равномерно распределена между зёрнами перлита.

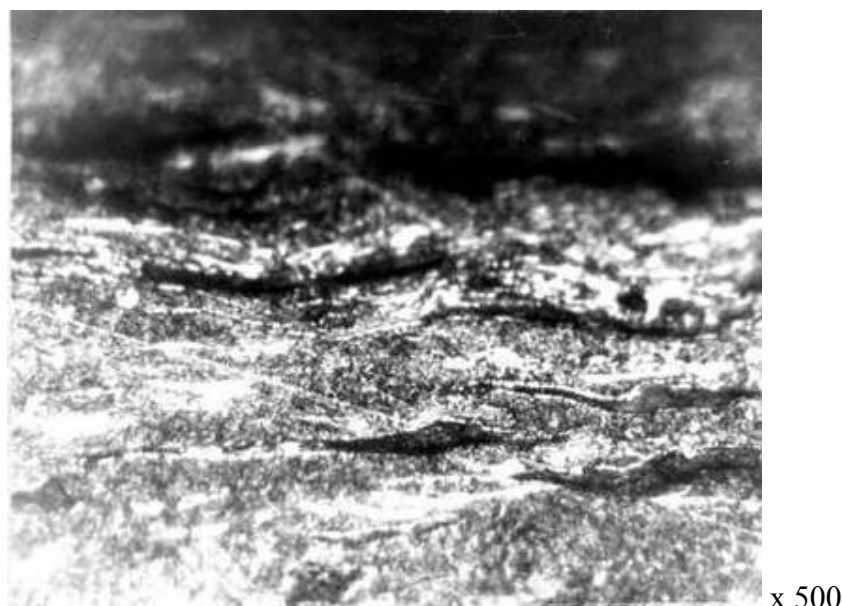


Рис. 3 – Текстурирование поверхностного слоя чугуна ВЧ60-2

Механизм разрушения белых чугунов при нагреве отличается от механизма разрушения при обычных температурах. Белые чугуны при нормальных температурах разрушаются хрупко, а при повышенных температурах пластически. При этом существенное значение имеет не только общая твердость чугуна, но также структура, размер карбидов и их способность измельчаться, растворяясь в основе материала, упрочняя тем самым, поверхностный слой. В зависимости от этого диапазон износостойкости белых чугунов исключительно широк.

Для исследования износостойкости использовался базовый высокохромистый чугун ИЧХ28. В белых чугунах на базе системы Fe-C-Cr в зависимости от содержания углерода и хрома образуются карбиды типа $(Fe, Cr)_3C$, $(Cr, Fe)_7C_3$, $(Cr, Fe)_{23}C_6$.

Количество карбидной фазы изменяли путем варированием углерода от 2,0 до 3,8 %.

Плавки высокохромистых чугунов проводили в индукционной печи с основной футеровкой. Феррохром, стальной лом и чугун загружали в первую очередь. По расплавлению вводили ферромарганец до 1,5 % и ферробор до 0,08 %. Марганец вводился с целью раскисления и снижения густоты окисных плен.

Введение бора в чугун, способствует равномерному распределению мелкодисперсных карбидов по сечению отливки и является активным аустенизатором.

Условия испытаний и результаты износостойкости высокохромистых чугунов приведены в табл.1.

Таблица 1. Влияние углерода на износостойкость хромистого чугуна

Содержание углерода, %	Износ, кг/м ² на 1000 м пути															
	Температура, К															
	15 МПа				25 МПа				35 МПа				50 МПа			
	873	973	1073	1173	873	973	1073	1173	873	973	1073	1173	873	973	1073	1173
2,0	2,4	2,6	-	2,9	3,2	3,5	-	3,7	7,5	5,1	-	5,7	10,7	7,8	-	7,8
3,0	0,5	0,5	-	0,2	0,9	0,4	-	0,4	4,3	4,1	-	1,9	4,7	3,9	-	3,0
3,8	0,8	0,85	0,6	0,4	1,0	2,12	1,4	0,6	2,3	4,4	4,5	5,8	8,7	19,5	13,2	7,5

Результаты исследования показали, что высокохромистый чугун с 3 % углерода обладает самой высокой износостойкостью в условиях высокотемпературного трения, так

как потеря массы при удельном давлении 50 МПа и температуре контртела 1173 К составляет 3 кг/м². причем геометрическая форма образца изменяется незначительно. Анализируя микроструктуру поверхностного слоя установлено, что этот слой представляет собой смесь мелкораздробленных карбидов в аустените, обладающего повышенной микротвердостью (14500...16000МПа).

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что износ серого и высокопрочных чугунов происходит за счет текстурирования структуры и послойного разделения структурных составляющих. Применять их можно в интервале температур 773 – 873 К при удельном давлении не выше 10 МПа. Высокохромистый чугун дополнительно легированный марганцем и бором при содержании углерода 2,7 – 3,0 % может успешно применяться при высокотемпературном трении с минимальным изменением гравюры.

1. А.с. 1125505 (СССР). Установка для испытаний материалов на износ. // Б.И. Александров В.Т. Иванов , Г.И. Ежов. – Оpubл. в бюлл. изобр. № 43, 1984.