

РАФИНИРОВАНИЕ И МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ СПЛАВОВ КАЛЬЦИЙ-СТРОНЦИЕВЫМ КАРБОНАТОМ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ СВОЙСТВ

В.М. Колокольцев, О.А. Миронов (г. Магнитогорск, Россия)

Были исследованы применяемые ныне сплавы для колосников грохотов и спекательных тележек аглофабрик: сталь 75Х24ТЛ и чугун ИЧ230Х16Г4НТ.

Характер влияния условий эксплуатации на сплавы оценивали по изменению как структуры, так и свойств (механических и специальных): твердость по Бринеллю (НВ), по Роквеллу (HRC), предел прочности при растяжении (σ_b , МПа), коэффициент относительной износостойкости ($K_{и}$ (корунд)), окалинстойкость ($h_{уб}$, мм), ростоустойчивость (L, %).

Жаростойкость оценивали по двум показателям: окалинстойкости и ростоустойчивости.

Окалинстойкость оценивали по ГОСТ 6130-70 весовым методом по увеличению массы образца после выдержки образцов в печи в течении заданного времени (100ч) при постоянной температуре (800 °С).

Ростоустойчивость оценивали по ГОСТ 7769-82 на образцах длиной 100-150мм и диаметром 20-25 мм по изменению длины (%) за 150ч испытания при постоянной температуре (800 °С).

Таблица 1 – Механические и специальные свойства исследуемых сплавов, залитых в песчано-глинистую сырую форму*

Сплав	НВ	HRC	$K_{и}$, ед	σ_b , МПа
75Х24ТЛ	305	31	1,98	467
	297	29	1,95	459
ИЧ230Х16Г4НТ	432	45	2,19	661
	428	43	2,15	657

* в числителе – сплав до испытаний на окалинстойкость;

в знаменателе – сплав после испытаний на окалинстойкость.

Окалинстойкость составила у стали 75Х24ТЛ 0,03 мм, у чугуна ИЧ230Х16Г4НТ 0,04 мм; ростоустойчивость соответственно 0,44% и 0,16%.

Как видно из табл. 1, термовременная выдержка образцов из исследуемых сплавов при рабочих температурах колосников приводит к уменьшению всех показателей свойств.

Это объясняется ростом зерен матрицы сплава в результате протекания рекристаллизационных процессов при повышенных температурах, коагуляции нерастворившихся

карбидов, а также выделению по границам зерен ранее растворившихся карбидов, что приводит к развитию межкристаллитной коррозии и роста.

Меньшая окалинстойкость белого чугуна ИЧ230Х16Г4НТ объясняется тем, что в нем выше содержание углерода, который обедняет матрицу хромом, связывая последний в карбиды, и при нагреве металлическая основа окисляется с образованием преобладающего количества оксидов типа Fe_2O_3 не препятствующих дальнейшему окислению чугуна.

Однако, в общем жаростойкость белого чугуна ИЧ230Х16Г4НТ выше чем у стали 75Х24ТЛ. Это объясняется тем, что сталь имеет меньшую ростоустойчивость и при нагреве рост стали вызывает нарушение сплошности окарины и как следствие, дальнейшее окисление стали.

Таблица 2 – Влияние типа формы на механические свойства исследуемых сплавов

Сплав	НВ	σ_b , МПа	HRC
песчано-глинистая сухая форма			
75Х24ТЛ	315	482	32
ИЧ230Х16Г4НТ	510	780	49
песчано-глинистая сырая форма			
75Х24ТЛ	326	500	34
ИЧ230Х16Г4НТ	545	834	51
кокиль			
75Х24ТЛ	334	511	35
ИЧ230Х16Г4НТ	580	887	53

Таблица 3 – Влияние типа формы на специальные свойства исследуемых сплавов

Сплав	$K_{и}$ ед	$h_{уб}$, мм	L, %
песчано-глинистая сухая форма			
75Х24ТЛ	2,15	0,025	0,47
ИЧ230Х16Г4НТ	3,54	0,038	0,17
песчано-глинистая сырая форма			
75Х24ТЛ	2,2	0,013	0,44
ИЧ230Х16Г4НТ	3,55	0,032	0,16
кокиль			
75Х24ТЛ	2,33	0,012	–
ИЧ230Х16Г4НТ	4,1	0,02	–

РАФИНИРОВАНИЕ И МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ СПЛАВОВ КАЛЬЦИЙ-СТРОНЦИЕВЫМ КАРБОНАТОМ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ СВОЙСТВ

Повышение скорости охлаждения (табл. 2,3) приводит к увеличению показателей механических и специальных свойств. Это объясняется тем, что показатели свойств являются структурно чувствительными и измельчение структуры благоприятно сказывается на их увеличении.

Металлографическим анализом определено, что чугун ИЧ230Х16Г4НТ представляет собой доэвтектический сплав (рисунок 1) и после завершения кристаллизации во всех типах форм в нем формируется структура, состоящая из избыточных дендритов аустенита и аустенитокарбидной эвтектики розеточного строения. В структуре чугуна присутствуют карбиды двух типов- M_7C_3 и M_3C .

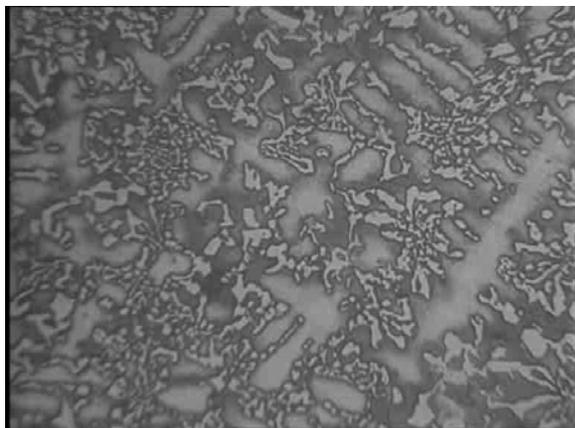


Рисунок 1 – Литая микроструктура чугуна ИЧ230Х16Г4НТ (сухая ПГФ, х 400)

Структура стали 75Х24ТЛ (рисунок 2) состоит из зерен феррита и сетки эвтектической составляющей (эвтектика на базе карбидов хрома $M_{23}C_6$).

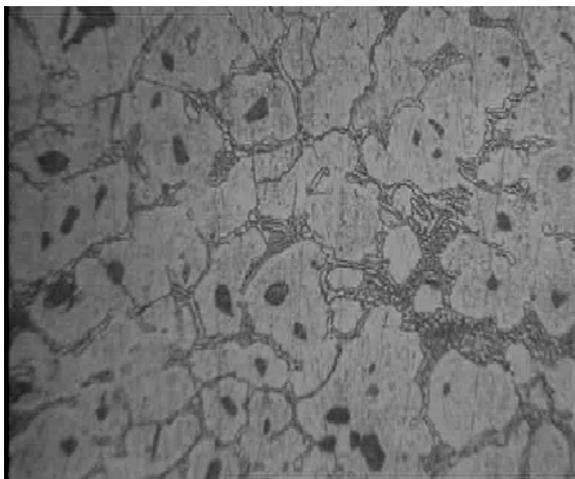


Рисунок 2 – Литая микроструктура стали 75Х24ТЛ (сухая ПГФ, х 400)

В процессе испытания на жаростойкость происходит старение феррита в сталях и аустенита в чугунах, выделяются карбиды различной формы и дисперсности (рисунки 3,4). Это приводит к дестабилизации аустенита и превращению в мартенсит при последующем охлаждении и росту микротвердости металлической основы чугунов (с 5,0 до 6,9 ГПа), эвтектики (с 7,5 до 11,0 ГПа). В процессе длительной выдержки при 800°C происходит полное растворение карбидов цементитного типа и частичное- карбидов хрома в эвтектике. Структура стали состоит из зерен феррита, вторичных карбидов и сетки эвтектики.

Согласно данным металлографического анализа заключаем следующее.

Большая жаростойкость чугуна связана с большей стойкостью аустенита против окисления, чем феррита. Также аустенит обладает более высокими показателями прочностных свойств, чем феррит.

Большая ростоустойчивость чугуна объясняется меньшей склонностью аустенита к росту, чем феррита.

Меньшая износостойкость стали объясняется как меньшей износостойкостью феррита, чем аустенита, так и наличием в структуре карбидов типа $M_{23}C_6$ более хрупких, чем карбиды типа M_7C_3 и M_3C . Также нестабильность аустенита в чугуне приводит в процессе изнашивания к превращению его в мартенсит и, как следствие, к увеличению износостойкости. Предсказуема большая износостойкость чугуна чем стали в процессе эксплуатации по причине полного растворения карбидов цементитного типа и превращению аустенита в мартенсит в чугуне под воздействием высокой температуры.

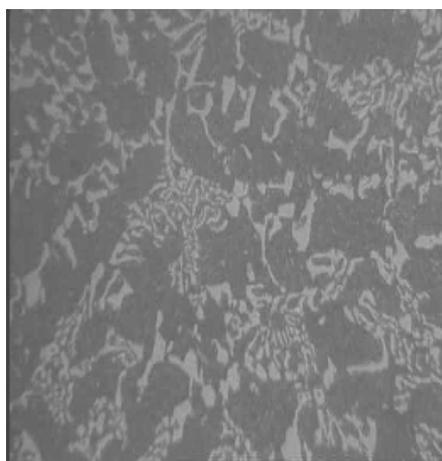


Рисунок 3 – Микроструктура чугуна ИЧ230Х16Г4НТ после испытания на окислительную стойкость (сухая ПГФ, х400)

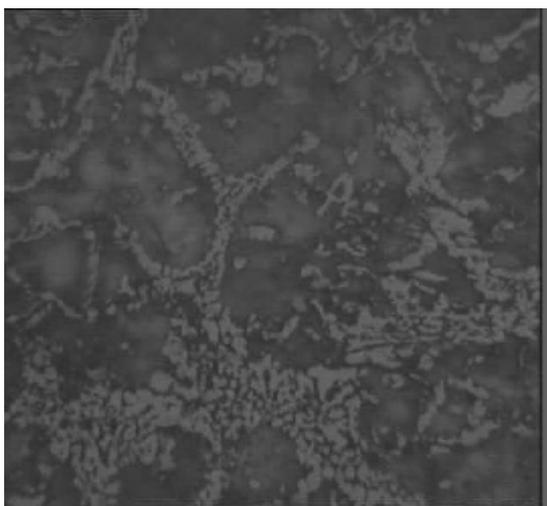


Рисунок 4 – Микроструктура стали 75X24ТЛ после испытания на окалиностойкость (сухая ПГФ, х 400)

Для повышения показателей механических и специальных свойств отливок из стали 75X24ТЛ и чугуна ИЧ230Х16Г4НТ посредством рафинирования и модифицирования расплавов применяли кальций-стронциевый карбонат $(Ca, Sr)CO_3$.

Обработка сплавов $(Ca, Sr)CO_3$ приводит к увеличению всех показателей свойств (как механических, так и специальных). Наибольший рафинирующе-модифицирующий эффект от количества введенного карбоната проявился для стали 5 кг/т, для чугуна 7 кг/т.

Твердость НВ увеличилась у стали на сительной износостойкости $K_{и}$ соответственно на 10% и 60%; предел прочности ($\sigma_{в}$, МПа) на 7% и 25%; окалиностойкость ($h_{в}$, мм) на 55% и 20%; ростоустойчивость (L , %) на 17% и 16%.

Происходит снижение загрязненности сплавов неметаллическими включениями, особенно сульфидными, уменьшение их размера и глобуляризация, измельчение и усреднение структуры.

$(Ca, Sr)CO_3$ изменяет морфологию карбидной фазы; карбиды становятся менее разветвленными в металлической матрице, более дисперсными и равномерно распределенными в объеме сплава.

При нагреве на поверхности сплавов образуется оксидная пленка хромита стронция $(SrCrO_4)$, имеющая более высокую плотность и более прочное сцепление с металлической основой, чем оксидная пленка типа шпинели $(FeO \cdot Cr_2O_3)$.

Увеличение скорости охлаждения приводит к увеличению показателей механических и специальных свойств. Это объясняется тем, что показатели свойств являются структурно чувствительными и улучшение структуры повышает их.

Микротвердость H_{50} матрицы увеличивается у стали на 10%, у чугуна на 20%; микротвердость упрочняющей фазы увеличилась соответственно на 13% и 25%.

Результаты исследований показали эффективность применения кальций – стронциевого карбоната как раскисляющего, рафинирующего и модифицирующего материала.

Большие перспективы за использовани-ем $(Ca, Sr)CO_3$ подтверждают эффектив-ным использованием кальций-, барий-стронциевого карбоната как рафинирующего, модифицирующего и раскисляющего мате-риала на ЗАО «Механоремонтный Комплекс», ОАО «ММК».

Результаты исследований показали, что получение жароизносостойких сплавов с повышенными эксплуатационными свойствами возможно при выполнении следующих усло-вий:

- детальное изучение условий эксплуата-ции отливок из жароизносостойких сплавов и на их основании установление необходи-мых показателей механических и специаль-ных свойств;
- разработка жароизносостойких сплавов на заранее заданные показатели свойств;
- получение стабильных в условиях экс-плуатации структур (микролегирование);
- получение мелкозернистой структуры с равномерным распределением упрочняющей фазы в объеме матрицы (оптимальный леги-рующий комплекс, модифицирование);
- получение сплавов высокой чистоты (раскисление, рафинирование), либо придания носителям загрязненности сплавов благоприятной формы и расположения (мо-дифицирование).