

**Износостойкие легированные чугуны и особенности их получения**

Студент гр. БЛП – 161 Марков Р.А.

Научный руководитель - доцент, к.т.н. Печенкина Л.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»

Россия, г. Воронеж

Из числа износостойких материалов, получивших признание и в наибольшей степени удовлетворяющих условиям работы в условиях абразивного износа, представляется износостойкий чугун. Он служит для изготовления деталей различного типа, в частности для насосов, перекачивающих гидроабразивные смеси.

Износостойкий хромистый чугун (ИЧХ) широко распространён в странах СНГ и особенно России. За рубежом ИЧХ также применяется и часто становится материалом для исследований. В наше время проблема исследования и разработка новых составов износостойких чугунов является одной из важнейших [1]. Помимо высокой износостойкости, детали, изготовленные из износостойкого чугуна, должны иметь высокие механические свойства, такие как прочность и ударная вязкость, ведь помимо абразивного износа они могут подвергаться возможным ударным нагрузкам[2]. Также необходимо учитывать, что в условиях разного вида износа необходимо использовать чугун различных марок и составов [3].

В качестве примера для исследования был выбран износостойкий хромистый чугун – ИЧХ28Н2 – с высоким содержанием дорогостоящих легирующих элементов (25-30 % Cr, 1,5-2,0 % Ni). Эксплуатационные характеристики определяются наличием специальных карбидов  $Me_7C_3$  и  $Me_{23}C_6$ , которые образуются при высоком содержании хрома. Данный сплав широко распространён во всём машиностроении. Около 90 % всех отливок, изготовленных из износостойких хромистых чугунов, приходится на ИЧХ28Н2. В основном детали из ИЧХ изготавливают по точным методам литья, такие как литьё по выплавляемым моделям и литьё в кокиль, литьё по газифицируемым моделям.

Широкое распространение данный сплав получил на Воронежском предприятии АО КБХА, которое специализируется на продукции ракетно-космической отрасли, а также производит отливки для химического и металлургического комплексов. В настоящее время из ИЧХ28Н2 изготавливается большая номенклатура отливок (корпуса насосов, крыльчатки, подводы осевые и т.д.). Порядок выплавки чугуна заключается в следующем: в печь загружают передельный чугун, сталь, возврат собственного производства, никель, затем вводят ферросплавы на красную шихту.

Проблема получения ИЧХ28Н2 заключается в том, что в нём содержится большое количество дорогостоящих элементов и образуется большое количество примесей из-за использования передельного чугуна.

Не менее важное значение в литейной отрасли занимает хромомолибденовый чугун ИЧХ16МЗ, с меньшим содержанием хрома (15-19 %). Данный чугун используется для изготовления дробемётных лопаток и облицовки размольного оборудования. Благодаря молибдену, этот чугун обладает высокой прокаливаемостью, поэтому, в основном, он используется закалённом состоянии.

Наряду с упомянутыми выше износостойкими чугунами используется чугун легированный никелем, молибденом и ванадием ИЧХ18 (17-19 % Cr, 0,5 % Mo, 0,4 % V, Ni до 0,8 %). Этот чугун используется для деталей строительного оборудования, для деталей почвообрабатываемой техники и машиностроения.

Однако не только ИЧХ обладает хорошей износостойкостью. В области железнодорожного машиностроения используется перлитный чугун, который используется для изготовления тормозных колодок локомотивов.

Важным критерием, от которого зависят износостойкость и прочность чугуна, в изготовлении тормозных колодок, является химический состав и, первоначально, содержание фосфора, которое находится в пределах от 1 до 4 %. Учитывая, что фосфор существенно

влияет на износостойкость и тормозную эффективность чугуна, в настоящее время в зависимости от назначения колодки фрикционные чугуны подразделяют на содержащие до 0,5 % Р; 0,4-0,9 % Р; 1,0-1,5 % Р и 2,5-3,5 % Р.

Наличие фосфора во фрикционном чугуне гарантирует формирование на поверхностях трения слоев вторичных структур с повышенной износостойкостью. Строение этих рабочих слоев формируется под действием тепла от трения тормозной колодки о колесо, сильной пластической деформации и зависит от содержания фосфора в чугуне, количества и распределения включений фосфидной эвтектики в металлической основе чугуна. Образующиеся вторичные слои при наличии легкоплавкой фосфидной эвтектики, заполняющей разрыхленные приповерхностные микрообъемы металла, обеспечивают им подвижность, эластичность, и положительный градиент механических свойств. Такие буферные слои обеспечивают хорошую структурную и геометрическую приспособляемость, локализуют крупные узлы адгезионного взаимодействия, уменьшая износ, и одновременно придают им эластичность.

Была исследована технология выплавки втулок из износостойкого легированного чугуна. В начальном варианте в шихте использовался передельный чугун. Но было принято решение заменить его на лом стали 09Г2С, который имелся в достаточном количестве на предприятии. Порядок введения легирующих элементов предлагается следующий: на дно тигля укладывается бой графитовых электродов, далее отходы стали, сразу после расплавления металла в печи феррохром, феррованадий. Ферромарганец вводили за 3 минуты до выпуска металла, перед выпуском - алюминий для раскисления. Благодаря использованию лома значительно уменьшился процент примесей в чугуне, повысилась экономичность производства за счет отказа от передельного чугуна. Получение по такой технологии синтетического легированного чугуна вполне может служить альтернативой классической технологии получения износостойких чугунов в индукционных тигельных печах.

#### Литература

1. Попова О. И. Пути повышения стойкости червячных фрез/ О. И. Попова, М. И. Попова, Л. С. Печенкина// Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2018. – Т.14. - № 4. – С.134-139.
2. Печенкина Л.С. Влияние хрома и ванадия на композиционную структуру в малоуглеродистых белых чугунах / Л.С. Печенкина, Г.И. Сильман, А.А. Рукавицына // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – 2015. - № 6. – С.13-17.
3. Печенкина Л. С. Оптимизация состава самозакаливающихся чугунов// Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2017. – Т.13. - № 6. – С.117-121.