

Егоров А.А.
АНТИФРИКЦИОННЫЕ СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ МЕДИ И ЖЕЛЕЗА
(НМетАУ, м. Дніпропетровськ)

This article describes the problems associated with an increase in anti-friction properties of cast irons can replace copper alloys working in heavily loaded friction units. Examples of new iron-carbon alloys of anti-friction. Particular attention is given to the analysis the influence of various alloying elements on the anti-friction properties of iron-carbon alloys.

Рассмотрены проблемы повышения антифрикционных свойств чугунов способных заменять медные сплавы, работающие в тяжело нагруженных узлах трения. Приведен анализ влияния различных легирующих элементов на антифрикционные свойства железоуглеродистых сплавов.

Требования к качеству машин неразрывно связаны с износостойкостью трущихся поверхностей и экономии энергии, затраченной на преодоление силы трения. Материалы, применяемые в узлах трения, не в полной мере отвечают техническим требованиям современных машин и станков.

Стратегической задачей в борьбе на рынке металлопродукции является повышение качества изделия при одновременном понижении его стоимости. Поэтому необходимы новые виды сплавов, которые по цене и предъявляемым к ним техническим требованиям, могут быть конкурентоспособны со сплавами на основе меди /1/.

Применяемые в узлах трения латуни, бронзы баббиты, обладают высокими антифрикционными свойствами, но имеют низкие механические показатели и высокую стоимость. Такие материалы как сталь и некоторые чугуны имеют низкие антифрикционные свойства, но высокие механические свойства и низкую стоимость.

Сплавы на основе меди, как правило, отличаются от антифрикционных чугунов низкой адгезией, хорошей прирабатываемостью, стабильностью механических свойств. Бронзовые втулки способны поглощать абразивные частицы и затягивать их внутрь /2, 3/.

Большим недостатком чугунов является плохая прирабатываемость, хрупкость, низкая эксплуатационная скорость.

Поэтому, учитывая дороговизну меди, экономически перспективной задачей является разработка новых антифрикционных чугунов способных заменить медные сплавы в тяжело нагруженных узлах трения.

Считается, что антифрикционным чугуном может являться любой серый, ковкий или модифицированный чугун (ГОСТ 1585–85), имеющий определенные графитовые включения и сложную гетерогенную матрицу состоящую из перлита (не менее 85%), феррита, фосфидной эвтектике и цементита. Причем, цементит в матрице антифрикционного чугуна допускается только в связанном состоянии, как составляющая перлитного эвтектоида и фосфидной эвтектики.

Помимо марок чугуна указанных в ГОСТе 1585-85 разработано и запатентовано достаточно большое количество антифрикционных чугунов с улучшенными свойствами.

Например, в Украине разработан литейный материал АФМЖ. Это антифрикционный высоколегированный материал на железной основе с перлитной или бейнитной структурой металлической матрицы, свойство которого определяются количеством, формой и размером свободного графита. Материал не магнитен и не искрит, способен работать в узлах трения плохо защищенных от абразивной среды. Коэффициент трения АФМЖ без смазки составляет 0,12 – 0,80, рабочая скорость до

20 м/с, удельная нагрузка 250 МПа. По мнению разработчиков АФМЖ способен заменить медные сплавы во многих узлах трения.

В России разработан так называемый бронзочугун, получаемый в результате введения в расплав чугуна модификатора, который содержит ультрадисперсные частицы тугоплавких металлов. Модификатор изменяет микрокристаллическую структуру сплава. В результате модифицирования повышаются механические и технологические свойства, а за счет большого содержания меди бронзочугун приобретает хорошие антифрикционные свойства. Такие марки бронзочугуна как АВЧ-ММ и АЧВ-ММТ имеют следующие показатели:

АВЧ-ММ - твердость 245НВ, коэффициент трения со смазкой 0,045, коэффициент трения без смазки 0,16.

АЧВ-ММТ - твердость 100НВ, коэффициент трения со смазкой 0,035, коэффициент трения без смазки 0,15.

На сегодняшний день одним из основных методов воздействия на различные свойства антифрикционного чугуна является ввод различных химических элементов, способствующих развитию или подавлению тех или иных физико-химических процессов, происходящих при плавки и кристаллизации сплава. Основными легирующими элементами антифрикционных чугунов являются Cr, N, Ti, V, Mo, Cu, Mn, Si, Al и другие.

Хром, титан, вольфрам являются карбидообразующими элементами и при их повышенном содержании резко снижают антифрикционные свойства чугуна.

Кремний до 6% способствует графитизации, но при его увеличении наблюдается появление карбида кремния SiC.

Алюминий при содержании до 4% является сильным графитизатором. Добавки алюминия снижают растворимость углерода, что в свою очередь приводит к появлению дисперсных неметаллических включений. При более высоком содержании алюминия образуется Fe_3Al с растворимостью углерода 4% и образованию $FeAlC$, что приводит к ухудшению механических свойств. Алюминий также способствует растворению меди при низком содержании кремния до 0,5% и обеспечивает мелкозернистую структуру чугуна.

Медь и никель не способствуют появлению карбидов, оба растворяются в аустените и феррите. С понижением температуры растворимость меди снижается, медь выделяется в виде свободных включений, способствующих снижению коэффициента трения. В то же время медь и железо являются гальванической парой, что способствует развитию коррозии. Никель в свою очередь стабилизирует аустенитную фазу, неограниченно растворяясь в ней, и в значительной степени препятствует образованию коррозии.

Марганец способствует образованию зернистого перлита, при содержании от 0,5% повышает прочность чугуна. При содержании марганца выше 1,5% снижается пластичность и ударная вязкость сплава.

Фосфор способствует измельчению зерна и образованию включений фосфидной эвтектики, увеличивает предел прочности на растяжение, стабилизирует антифрикционные свойства чугуна.

Графит при работе чугуна в паре трения выполняет двойную роль: являясь не прочной составляющей структуры чугуна, он уменьшает сопротивление силам трения, а как продукт износа – играет роль смазки. Положительное влияние графита проявляется и в том, что, заполняя в результате изнашивания мелкие поры на трущихся поверхностях, уравнивает нагрузки, действующие на поверхность. Немаловажную роль в повышении антифрикционных свойств чугуна является количество, размер и форма графитовых включений. Установлено, что при одном и

том же содержании графита износостойкость чугуна возрастает с уменьшением размера графитных включений.

Увеличение количества графита при частичном разрушении граничного масляного слоя и возникновении металлического контакта обеспечивает смазку трущихся поверхностей. Кроме того, занимая большую поверхность трения, графит частично предотвращает металлический контакт, выделяя ранее поглощенное масло, и сам является смазкой. При содержании углерода менее 4,2% износостойкость чугуна снижается в связи с уменьшением количества карбидной фазы; при содержании углерода, превышающем 4,6%, в структуре появляется большое количество свободного графита, что обуславливает снижение прочности чугуна.

Еще одним методом, способным улучшить показатели сплавов, является технология ультразвукового воздействия на расплав.

В ходе обработки расплава ультразвуковыми волнами в расплаве возникает эффект кавитации /4/. Формирование кавитации в расплаве под воздействием ультразвуковых волн обеспечивает местное понижение давления в жидкости, которое может проходить либо при увеличении (гидравлическая кавитация), или при прохождении акустической волны большой интенсивности в момент полупериода разряжения (акустическая кавитация). Легирующий элемент, перемещаясь с потоком расплава в область с более высоким давлением или во время полупериода сжатия, попадает в кавитационный пузырек, который схлопывается и излучает ударную волну большой мощностью способной раздробить легирующий компонент. Это способствует наибольшей усвояемости его расплавом.

В период кристаллизации сплава ультразвуковая обработка способствует образованию более мелкодисперсной кристаллической структуры, что увеличивает прочностные свойства материала.

Из вышесказанного видно, что химические элементы по разному, порой противоречиво влияют на свойство чугуна. Поэтому для повышения антифрикционных свойств чугуна, только тщательный и взвешенный подход к выбору и процентному содержанию легирующих компонентов, с применением ультразвукового метода обработки сплава способен привести к положительным результатам при разработке относительно недорогих антифрикционных чугунов.

Литература:

1. *Худокормов Д.Н. . Производство отливок из чугуна. Высшая школа, 1987г.*
2. *Чугун Шерман А.Д. М. Металлургия 1991г.*
3. *Жарков В.Я. Триботехническое материаловедение. Брянск БГТУ 2005г.*
4. *Абрамов О. В. Кристаллизация металлов в ультразвуковом поле.*