

УДК 621.771.07

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ
ВАЛКОВ ИЗ ЧУГУНОВ С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ****Пасько Н.С., к.т.н.***(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
им. Петра Василенко)*

Рассмотрена возможность использования отходов производства для легирования валковых сплавов из чугуна с шаровидным графитом и составы модифицирующих присадок для определения наиболее эффективных

Совершенствование технологии изготовления валков из легированных чугунов с шаровидным графитом – одна из наиболее актуальных задач производства валков. Качество литья, существенным образом зависит от состава чугунов, обеспечивающих соответствие уровня прочностных характеристик требованиям эксплуатации. Значительное повышение качества металла валков достигается при увеличении расхода дорогих и дефицитных легирующих элементов таких как никель, молибден и медь.

Актуальность работы снижение себестоимости литья чугунов с шаровидным графитом, легированным никелем, молибденом и медью достигается при использовании отходов производства, содержащих повышенные концентрации этих компонентов. Однако высокая стоимость отходов, содержащих молибден и никель позволяет лишь незначительно снизить себестоимость чугуна. Традиционный метод легирования чугуна путем введения в расплав недефицитной электролитической меди является дорогостоящим и нерациональным. Поэтому целесообразно использование отвалов медистых шлаков, после извлечения из них компонентов удобрений для сельского хозяйства. После переработки остается материал, содержащий до 85% железа и 3% меди, однако повышенная концентрация серы (до 1%) не позволяет его применять при изготовлении валков из чугунов с шаровидным графитом [1].

Проблема обеспечения медьсодержащими отходами необходимого качества может быть решена лишь при использовании продукта переработки медистых шлаков, широкое внедрение которых возможно после внедрения промышленных установок достаточной мощности непосредственно на медеплавильных комбинатах.

Широкое использование продукта переработки медистых шлаков позволяет решить проблему обеспечения производства валков медью и на 50-60% снизить себестоимость при использовании в производстве.

При этом следует учитывать влияние вводимых компонентов на снижение степени их ликвации.

Цель работы. Выполнить исследования и оценить влияние модифицирующих компонентов на свойства медистых чугунов. Неравномерное распределение легирующих элементов в матрице чугунов с шаровидным графитом, возникающее при кристаллизации расплава оказывает большое влияние на фазовые превращения в твердом состоянии и свойства материала. В материале валков содержание основных элементов изменяется в пределах, %; 3,3-3,8 C; 0,9-1,7 Si; 0,1-0,6 Mn; 0,1-0,5 Cr; 1,8-3,5 Ni; 0,1-0,5 Mo; 1,5-3,0 Cu. Введение в такие чугуны более 1,5% меди позволило снизить содержание никеля и молибдена, а также наиболее ликвирующего кремния. Улучшилась и обрабатываемость материала шеек валков. Выявлено, что добавка меди в таких концентрациях вызывает изменение характера и масштаба ликвации других легирующих элементов.

Чугуны с шаровидным графитом, не содержащие легирующих элементов, медь, несмотря на то, что является графитизирующим компонентом – способствуют прямой ликвации [2]. Под влиянием меди изменяется характер микрораспределения марганца – из прямой его ликвации отмечается – обратная. В нелегированных перлитных чугунах с шаровидным графитом растворимость меди в твердом состоянии не превышает 0,8% [3]. К элементам увеличивающим предел растворимости меди в твердом состоянии, относится никель. Однако такие элементы как углерод и кремний оказывают большое влияние на растворимость меди в жидком чугуне. С повышением концентрации кремния и введении более 6,0% меди появляются округлые желтые включения нерастворенной медистой фазы размером до 50 мкм, а при 8,0% величина и количество этих включений возрастают, резко снижая эффективность использования меди в качестве легирующего элемента. При концентрации кремния 2,0% предел растворимости меди в жидком состоянии составляет 4,0%, а 0,3% кремния – 6,0%. Содержание меди в различных включениях при этом изменяется в пределах 46,0-97,4%, кремния – 0,03-0,10%, а остальное железо. Таким образом, эффективность легирования медью достигается при введении ее в количествах, не превышающих пределы растворимости в жидком чугуне. Необходимым условием также является равномерность распределения меди в расплаве и обеспечения условий кристаллизации, предотвращающих формирование включений, содержащих повышение ее концентрации.

Повышение гомогенности расплава, улучшение свойств чугуна и снижение себестоимости их литья производства отливок могут быть достигнуты при правильном выборе типа инокулятора с учетом особенностей химического состава чугуна, а также температур перегрева расплава и инокулирования. Повышение прочности и пластичности чугунов, модифицированных магнием и церием достигается после графитизирующего модифицирования ферросилицием, силикокальцием и силикобарием. Оптимальное остаточное содержание в чугуне бария – 0,04%, кальция – не более 0,015%.

Эффективность графитизирующих модификаторов – инокуляторов в

значительной мере определяется температурным режимом обработки. При использовании ферросилиция и графита максимальный эффект достигается при температуре 1350-1360°C, а применение силикокальция и РЗМ – лигатур при более высоких температурах (1400°C) [4]. Значительное повышение свойств чугуна наблюдается при перегреве расплава и его последующем инокулировании, что способствует не только измельчению высокоуглеродистых фаз, но и эвтектических зерен. Перегрев расплава до оптимальных температур позволяет повысить не только прочность, но и пластичность, и ударную вязкость материала при одновременном снижении расхода легирующих элементов.

При правильном выборе технологических параметров с учетом особенностей кристаллизации чугуна конкретно химического состава, возможно снижение расхода легирующих элементов при одновременном повышении качества материала.

В связи с этим, представляется целесообразным проведение исследований направленных на разработку ресурсосберегающие технологии изготовления прокатных валков.

Значительное повышение качества валков, изготовленных из легированных чугунов с шаровидным графитом, может быть достигнуто при применении инокулятора, выбранного с учетом химического состава материала. Для оценки эффективности инокулирующей обработки в настоящей работе в качестве графитизирующих модификаторов использовали ферросилиций, силикобарий и силикокальций. Обработке подвергали чугун химического состава (3,41% С; 0,98% Si; 0,46% Mn; 0,34% Cr; 2,75% Ni; 0,18% Mo; 1,88% Cu; 0,17% P; 0,03% S; 0,03% Mg), отвечающему материалу валков исполнения СШХНМД-55, после сфероидизирующей обработки металлическим Mg и FeSe при содержании 0,03% и 0,04% соответственно. При проведении опытных плавок графитизирующее модифицирование осуществляли в ковше при температуре 1320±10°C. Остаточное содержание Ва – 0,04%, Са – 0,015%.

Лабораторными исследованиями установлено, что изменение прочностных свойств анализируемых чугунов с шаровидным графитом определяется в основном, степенью графитизации расплава, характером распределения графитовых включений и их размером. При модифицировании ферросилицием число центров графитизации на расстоянии 10мм от поверхности отливки диаметром 120мм при её кристаллизации в сухой песчано-глинистой форме достигает 30-40шт/мм², а средний диаметр включений изменяется в пределах 60-80мкм. После такой обработки материал характеризуется наиболее высоким уровнем прочностных характеристик ($\sigma_{и}=1155$ МПа, $\sigma_{в}=736$ МПа), пониженной пластичностью ($\delta=0,8\%$, $\psi=0,35\%$) и ударной вязкостью $KC=5,9$ Дж/см² табл. 1.

Таблица 1 - Механические свойства исследуемых чугунов

№ п/п	Временное сопротивление при изгибе,	Временное сопротивление при разрыве,	Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, МПа	Относительное удлинение,	Относительное сужение,	Ударная вязкость, КС, Дж/см ²	Твердость, НS
1	1151	736	628	0,8	0,35	5,9	49
2	1085	618	608	1,0	0,65	9,8	42
3	988	608	615	1,3	0,35	10,7	45
4	1090	620	585	0,8	0,35	5,9	55
5	1120	740	605	1,3	0,65	10,7	58

Использование в качестве графитизирующего модификатора силикобария обеспечивает наибольшую степень графитизации расплава. По сравнению с чугуном, модифицированным ферросилицием, количество графита возрастает в 1,5 раза, а твердость материала снижается с 49 до 42HS. Графитизация чугуна сопровождается увеличением среднего диаметра графитовых до 100-110 мкм и уменьшением числа центров до 15-18 шт/мм², что отрицательно сказывается на уровне прочностных характеристик (см. табл. 1, п.2). Незначительное повышение пластичности в таком материале объясняется уменьшением количества структурно свободного цементита. Модифицирование силикокальцием оказывает аналогичное воздействие на структуру и свойства чугуна (см. табл. 1, п.3).

Таким образом, замена ферросилиция такими графитизирующими модификаторами как силикобарий и силикокальций при изготовлении никельмолибденовых чугунов, легированных повышенными более 1,5% меди, нецелесообразна и вызывает снижение прочности, незначительно повышая уровень характеристик пластичности. Необходимо также отметить, что прочностные свойства рабочего слоя вала модифицированного ферросилицием также находятся на более высоком уровне (см. табл.1, п. 4).

Наибольший эффект инокулирования при изготовлении валков исполнений СШХНМД и СШХНД достигается при формировании пассивных центров графитизации в виде дисперсной фазы нерастворившегося графита. Установлено, что использование в качестве графитизирующего модификатора чугунной стружки позволяет повысить уровень прочности и термической

выносливости чугуна. Для обеспечения стабильности качества прокатных валков при использовании такого модификатора необходима значительная корректировка состава металла с учетом ликвиции как легирующих, так и основных элементов.

Список литературы:

1. Возможность использования продукта переработки медистых шлаков при выплавке серых чугунов/ А.С. Коснарев, Т.С. Москаленко, А.В. Сыпачев и др. – В сб. : Новые высокопроизводительные технологические процессы, высококачественные сплавы и оборудование в литейном производстве. Киев, 1986.
2. Лев И.Е., Солнцева Л.А., Мицкевич Н.С. Внутрикристаллическая ликвиция магнием в чугуне, легированном медью. – Литейное производство, 1981, №1, с.4.
3. Лернер Ю.С., Гетьман А.А. Структура и свойства чугунов, легированных медью.- В сб.: Основы образования литейных сплавов, М., Наука, 1970, с. 30.
4. Гольдштейн Я.Е., В.Г. Мизин. Модифицирование и микролегирование чугуна и стали.- М.: Металлургия, 1986,с.270.

Анотація

Ресурсозберігаючих технологій при виготовленні валків із чавуну з кулевидним графітом Пасько Н.С.

Розглянута можливість використання відходів виробництва для легування валкових сплавів з чавуну з кулевидним графітом і складу модифікуючих присадок для визначення найбільш ефективних.

Abstract

Resource-saving technology at manufacturing rolls from nodular cast iron Pasko N.

Possibility of utilization of wastes of production for alloying of rolling alloys from cast-iron with a spherical graphite and compositions of modifying additives is considered for determination of most effective.