



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4121752/31-02
(22) 24.09.86
(46) 07.03.88. Бюл. № 9
(71) Белорусский политехнический институт
(72) Е.И.Шитов, М.М.Бондарев,
Л.Л.Счисленок, В.М.Михайловский
и В.А.Шейнерт
(53) 669.15-196 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1010153, кл. С 22 С 37/10, 1983.
Авторское свидетельство СССР
№ 648638, кл. С 22 С 37/10, 1977.
Авторское свидетельство СССР
№ 1186684, кл. С 22 С 37/10, 1984.
(54) ЧУГУН

(57) Изобретение относится к области литейного производства, в частности к составам чугунов с высокой электропроводностью. Предлагаемое изобретение может быть использовано для получения отливок с высокими механическими характеристиками и хорошей элект-

тропроводностью. Цель изобретения - повышение электропроводности и жидкотекучести при сохранении механических свойств. Повышение электропроводности сплава при сохранении высоких показателей механических свойств достигается дополнительным вводом в чугун церия при следующем соотношении компонентов, мас. %: углерод 3,2 - 3,9; кремний 2,3-2,9; марганец 0,005-0,04; медь 1,5-3,55; магний 0,01-0,03; алюминий 0,05-0,13; церий 0,005-0,025; железо остальное. Ввод в состав чугуна церия способствует измельчению графита и дополнительной графитизации сплава. Образуя окислы и нитриды, церий создает дополнительные центры кристаллизации, которые служат подложками для выделения графита. Графитизация сплава приводит к повышению его электропроводности. Предлагаемый состав сплава можно использовать для изготовления контактных башмаков токосъемников. 1. табл.

Изобретение относится к литейному производству, а именно к составам высокоуглеродистых сплавов железа, и может быть использовано при производстве тонкостенных чугуновых отливок сложной конфигурации, обладающих высокими прочностными характеристиками и электропроводностью.

Цель изобретения - повышение электропроводности и жидкотекучести при сохранении высоких механических свойств.

Предлагаемый чугун дополнительно содержит церий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	3,2-3,9
Кремний	2,3-2,9
Марганец	0,005-0,04
Медь	1,5-3,55
Магний	0,01-0,03
Алюминий	0,05-0,17
Церий	0,005-0,025
Железо	Остальное

Примеси:

Сера До 0,05

Пределы содержания компонентов установлены, исходя из благоприятного сочетания физических, технологических свойств и структуры чугуна.

Кремний и углерод оказывает наибольший эффект на технологические характеристики и электрическую проводимость металла. С увеличением содержания кремния в чугуне увеличивается количество графита и электрическая проводимость падает. Однако, для достижения высокой жидкотекучести необходимо присутствие в сплаве больших количеств углерода и кремния. Нижние пределы содержания по углероду (3,2%) и кремнию (2,3%) связаны с ухудшением литейных свойств материала. Верхний предел по углероду (3,9%) связан с резким ухудшением электропроводности сплава. Добавка кремния свыше 2,9% в модифицированном магнием и церием чугуне приводит к образованию феррита в высококремнистых участках (центральных областях эвтектических колоний и ветвях бывших дендритов) вследствие внутрикристаллической ликвации кремния. Наследуя высокую концентрацию кремния, феррит имеет повышенную хрупкость, что, в свою очередь, приводит к снижению пластических свойств и электропроводности материала.

Марганец и сера, присутствуя в твердом растворе, в котором сера связана с марганцем, не оказывают заметного влияния на электропроводность чугуна, хотя марганец и повышает механические свойства сплава. Нижний предел содержания по марганцу (0,005) установлен, исходя из технологических условий плавки и содержания марганца в шихтовых материалах. Верхний предел содержания по марганцу (0,04%) определен из условия, что марганец является карбидообразующим элементом. При наличии его в сплаве более 0,04% образуются карбиды марганца. Наличие меди в чугуне приводит к легированию последней цементита. Легированный медью цементит, вследствие ослабления связей железа с углеродом, имеет минимальную устойчивость, что понижает механические свойства сплава.

При содержании меди в чугуне более 1,5%, что является пределом концентрации меди в твердом растворе, происходит резкое увеличение электрической проводимости, после чего электропроводность продолжает монотонно возрастать. Наблюдаемое скачкообразное увеличение электропроводности связано с выделением сверх предела растворимости свободной меди, являющейся материалом высокой проводимости. Мелкодисперсные включения меди выделяются и образуются одновременно по всему объему зерна твердого раствора, приводя к увеличению электропроводности вследствие концентрации электронов проводимости. Повышение содержания меди в чугуне выше 3,55% не дает эффективного прироста электрической проводимости, поэтому экономически нецелесообразно.

Обработка чугуна магнием повышает объемную концентрацию токоносителей и увеличивает электропроводность. Магний, при содержании его в чугуне в количествах 0,01 - 0,03%, существенно изменяет форму графитовых включений. Форма графита изменяется от пластинчатой до вермикулярной с включениями компактного и шаровидного графита, что приводит к повышению прочностных свойств и электропроводности. Нижний предел содержания магния (0,01%) определен исходя из минимальной добавки магния, необходимой для получения компактного гра-

фита. При содержании магния свыше 0,03% образуется число шаровидная форма графита, что повышает прочность и электропроводность сплава. Однако добавки магния свыше 0,03% приводят к появлению структурно-свободных карбидов, имеющих высокое электросопротивление. Поэтому концентрация магния в чугунах свыше 0,03% нежелательна.

Ввод алюминия в состав сплава заметно увеличивает его электропроводность. Алюминий при добавках в чугун в количествах 0,05–0,17% является сильным ферритизатором. Содержание его в указанных пределах также повышает жидкотекучесть за счет раскисления сплава. Концентрация алюминия менее 0,05% снижает электропроводность и не обеспечивает получение высоких и стабильных прочностных характеристик. Содержание алюминия свыше 0,17% приводит к ухудшению технологических свойств – жидкотекучести и заполняемости форм, вследствие возрастания склонности сплава к пленкообразованию. Кроме того, образующиеся оксиды и карбиды алюминия обладают повышенным электросопротивлением, что снижает электропроводность сплава.

Церий оказывает сильное влияние на электрическую проводимость металла и его прочностные характеристики. Установление предельной концентрации церия в чугунах дает возможность судить об оптимальных присадках для получения чугунов с необходимыми механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами. При концентрациях церия в расплаве свыше 0,005% осуществляется переход от сильно разветвленной конструкции эвтектических колоний с высокой удельной поверхностью к компактной и шаровидной форме включений графита с относительно малой удельной поверхностью, что повышает прочность металла и его электрическую проводимость. Добавки церия менее 0,005% не дают требуемого эффекта изменения формы графита. Верхний предел содержания по церию (0,025%) приводит к появлению структурно-свободного карбида.

Для исследования механических, технологических и физических свойств известного и предлагаемого составов чугунов выплавляют сплавы на нижнем, среднем и верхнем уровнях содержания

ингредиентов для чугуна предлагаемого состава и на среднем уровне для известного чугуна. Технология плавки заключается в расплавлении высокоуглеродистых металлизированных скатшей ($Fe_{металл.} = 89,1\%$), науглероживании расплава и вводе легирующих элементов и модификаторов. Содержание примесей серы в расплаве не превышает 0,05%.

Для исследования свойств заливается в сырую форму клиновидная проба, из нижней части которой вырезаются образцы для испытаний на разрыв и на ударную вязкость. Жидкотекучесть сплавов оценивается по заполнению трапециодальной спиральной пробы. Электросопротивление измеряется на образцах, подготовленных для испытаний на растяжение. Так как электропроводность материала является величиной, обратной электросопротивлению, то оценка электрической проводимости производится методом измерения электросопротивления образцов на установке У303, работающей по схеме двойного моста.

В таблице представлены химический состав, а также результаты сравнительных испытаний известного и предлагаемого чугунов.

Как видно из таблицы, предлагаемый чугун обладает, по сравнению с известным, более высокой жидкотекучестью и электрической проводимостью. Уровень механических свойств примерно одинаков.

Технология приготовления предлагаемого сплава может включать плавку расплава в дуговой или индукционной электропечи либо дуплекс-процессом дуговая электропечь – индукционный каналный (тигельный) миксер и последующее модифицирование магнием, алюминием, медью, церием.

Предлагаемый сплав применим для изготовления деталей с высокой электрической проводимостью сложной конфигурации для электротехнической промышленности.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Чугун, содержащий углерод, кремний, марганец, медь, магний, алюминий и железо, отличающийся тем, что, с целью повышения электропроводности и жидкотекучести

при сохранении высоких механических свойств, он дополнительно содержит церий при следующем соотношении ин-гредиентов, мас. %:

Углерод 3,2-3,9
Кремний 2,3-2,9

Марганец 0,005-0,04
Медь 1,5-3,55
Магний 0,01-0,03
Алюминий 0,05-0,17
Церий 0,005-0,025
Железо Остальное.

Чугун	Уровень содержания ин-гредиентов	Содержание компонентов, мас. %									Свойства чугуна			
		C	Si	Mn	Cu	Mg	Al	Zr	Ce	Fe	Электро-сопротив-ление $\rho \cdot 10^{-4}$ Ом·м	КС, кДж/м ³	δ , МПа	Индикате-рующая кривая при T=1300°C, мм
Извест-ный	Средний	3,35	2,6	0,27	0,2	0,055	0,5	0,025	-	Осталь-ное	0,58	445	690	552
Предла-гаемый	Нижний	3,2	2,3	0,005	1,5	0,01	0,05	-	0,005	"	0,438	445	700	630
	Средний	3,55	2,6	0,022	2,52	0,02	0,11	-	0,015	"	0,429	455	706	650
	Верхний	3,9	2,9	0,04	3,55	0,03	0,17	-	0,025	"	0,420	460	711	677
	Ниже нижнего	3,1	2,2	0,004	1,3	0,009	0,04	-	0,004	"	0,594	420	685	610
	Выше верх-него	3,95	3,0	0,06	3,8	0,04	0,20	-	0,03	"	0,433	450	710	670

Редактор Н.Яцола Составитель Г.Дудик Техред И.Попович Корректор И.Муска

Заказ 945/28 Тираж 594 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г.Ужгород, ул.Проектная, 4