



УКРАЇНА

(19) UA (11) 34476 (13) C2

(51) 6 C21C1/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ЧАВУНУ

(21) 95083721

(22) 08.08.1995

(24) 15.03.2001

(46) 15.03.2001, Бюл. № 2, 2001 р.

(72) Колотілкін Олег Борисович, Волчок Іван Петрович, Егоров Андрій Олександрович

(73) ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) Авторское свидетельство СССР № 676623, МКИ⁵ C21C1/10, 30.07.79.

(57) Способ получения чугуна, включающий последовательное его модифицирование графитизирующей присадкой и магнийсодержащей лигатурой, **отличающийся** тем, что в качестве графитизирующей присадки используют алюминий, причем алюминий вводят в расплавленном виде в количестве 0,4–0,8% от массы чугуна.

Изобретение относится к литейному производству, в частности, к способам получения чугуна с вермикулярной или шаровидной формой графита, предназначенное для изготовления деталей, работающих при воздействии термоциклических нагрузок и агрессивных сред, например, деталей стеклоформирующего инструмента.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому решению является способ получения чугуна, включающий модифицирование его магнийсодержащей лигатурой и графитизирующей присадкой. В качестве графитизирующей присадки используют ферросиликостронций. Известный способ получения чугуна позволяет достигнуть измельчения включений графита и устранить отбел [1].

Однако для достижения высоких показателей ряда служебных свойств чугуна, в том числе и вязкости разрушения, необходимо добиться не только измельчения включений графита, но и его равномерного распределения по телу отливки.

Совместная обработка магнийсодержащей лигатурой и графитизирующей добавкой не позволяет этого сделать, т.к. в процессе обработки чугуна действие модификатора оказывается сильнее действия графитизирующей добавки и концентрация включений в различных микрообъемах чугуна оказывается неодинаковой, что снижает ряд свойств чугуна, в том числе и вязкость разрушения. К тому же графитизирующая добавка в виде ферросиликостронция требует более высоких температур, что не всегда можно достигнуть при производстве чугуна, особенно при производстве его в вагранках.

В основу поставлена задача – добиться равномерного распределения графита и его измельчения при графитизации чугуна и, как следствие этого, повышения вязкости разрушения чугуна. Это в свою очередь повысит надежность и долговечность деталей, работающих при воздействии термоциклических нагрузок и агрессивных сред, например, деталей стеклоформирующего инструмента.

Поставленная задача решается тем, что в известном способе, включающем последовательное его модифицирование графитизирующей присадкой и магнийсодержащей лигатурой, в качестве графитизирующей присадки используют алюминий, причем алюминий вводят в расплавленном виде в количестве 0,4–0,8% от массы чугуна.

Использование в качестве графитизирующей присадки алюминия и ввод его в расплавленном состоянии в количестве 0,4–0,8% от массы чугуна, позволяет создать дополнительные центры графитизации по всему объему, что приводит к равномерному распределению графита и повышает вязкость разрушения чугуна.

Введение алюминия в расплавленном виде способствует более равномерному перемешиванию его с расплавленным металлом и способствует более равномерному распределению по телу отливки. Совместная обработка магнийсодержащей лигатурой и графитизирующей добавкой в известном способе не позволяет этого сделать, т.к. в процессе уменьшения или увеличения количества вводимой графитизирующей присадки

ее действие на равномерное распределение графита не такое эффективное.

Способ получения чугуна осуществляется следующим образом.

Предварительно, перед подачей расплавленного чугуна в ковш на дно его укладывают измельченную до фракции 10–15 мм магнийсодержащую лигатуру ЖКМ–2. В струю подаваемого расплавленного чугуна подают алюминий в расплавленном состоянии, подаваемый в количестве 0,4–0,5% от массы чугуна, помещаемой в ковш. В процессе такой обработки расплавленный алюминий хорошо перемешивается с расплавленным чугуном и обеспечивает равномерное образование центров графитизации. После этого расплавленный чугун попадает в ковш и подвергается действию магнийсодержащей лигатуры. В процессе модифицирования в образовавшихся центрах графитизации, равномерно распределенных по телу отливки, графит приобретает мелкоизмельченную форму. Это создает равнонапряженное состояние матрицы чугуна и способствует повышению его вязкости разрушения, особенно при повышенных температурах.

Это важное свойство чугуна играет основную роль в повышении надежности и долговечности ряда деталей, изготовленных из чугуна и испытывающих при эксплуатации влияние термоциклических нагрузок и агрессивных сред, например, стеклоформирующего инструмента.

Использование заявляемого способа получения чугуна, например, в стекольной промышленности для изготовления стеклоформирующего инструмента позволит повысить вязкость разрушения чугуна, особенно при высоких температурах и повысить надежную и долговечную эксплуатацию стеклоформ. Это в свою очередь повысит качество и выпуск стеклоизделий, уменьшит простои стеклоформирующих машин. Все это в конечном итоге позволит снизить затраты на изготовление основной продукции стекольных заводов – стеклоизделий.

Для доказательства решения поставленной задачи выполнены следующие исследования.

Образцы для исследований изготавливали из чугуна, полученного путем переплава литейного чугуна Л1 (ГОСТ 4832–80), передельного чугуна ПЛ1 (ГОСТ 805–80) с добавкой феррохрома ФХ650 (ГОСТ 4557–79) в индукционной печи ПЧТ 0,16. Перед выпуском расплавленного металла, в предварительно разогретый разливочный ковш ем. 20 кг, подавали измельченную до фракции 10–15 мм и подогретую до температуры 200°C железокремниймагнелевую лигатуру ЖКМ–2 (ТУ 14–5–27–75).

Температура расплавленного чугуна в момент выпуска из печи составляла 1450°C. В струю расплавленного чугуна подавали графитизатор в расплавленном состоянии (расплавленный алюминий АЛ ГОСТ 2685–75, разогретый до температуры 550°C). Заливку металла осуществляли в сухие литейные формы треновидной формы. В процессе такой обработки расплавленный алюминий хорошо перемешивался с расплавленным чугуном и обеспечивал равномерное образование центров графитизации. После этого чугун

взаимодействовал с железокремниймагнелевой лигатурой, которая приводила к образованию компактной (вермикулярной) или чисто шаровидной формы графита при равномерном его распределении по сечению отливки. Это в свою очередь создавало равнонапряженное состояние матрицы чугуна и способствовало повышению его вязкости разрушения, особенно при повышенных температурах.

Полученный таким образом чугун имел следующий химический состав, в мас. %: 3,22 углерода; 3,1 кремния; 0,22 марганца; 0,5 хрома; 0,02 серы; 0,05 фосфора; 0,03 магния. Количество алюминия изменялось в зависимости от его вводимого количества методом фракционной разливки.

Параллельно получали отливки из чугуна при помощи известных способов ("Способ получения высокопрочного чугуна" по а.с. 624921 и "Способ получения чугуна" по а.с. 676623), при этом алюминий подавали в ковш в твердом состоянии.

Из полученных отливок вырезали цилиндрические образцы диаметром 14 мм и длиной 140 мм для определения вязкости разрушения K_{IC} . Испытания проводили на установке УМЭ–10ТМ при температурах 20, 500 и 700°C при скорости нагружения 1 мм/мин. Определение K_{IC} осуществляли по методике ФМИ им. Г.В. Карпенко АН УССР (Методы и средства оценки трещиностойкости конструкционных материалов: Сб. научн. трудов. – К.: Наукова думка, 1981. – 313 с.), согласно формуле:

$$K_{Is} = \frac{P_* \cdot f}{D \cdot \sqrt{D}},$$

где P_* – максимальное разрывное усилие, Н;

$$f = \frac{0,7879 \sqrt{1-\varepsilon}}{\varepsilon^2 \sqrt{1-0,8012\varepsilon}} - \text{безразмерная функ-}$$

циональная зависимость;

$$\varepsilon = \frac{D_k}{D}$$

D – диаметр образца, м;

D_k – диаметр концентратора, м.

Результаты испытаний, представленные в таблице, показывают, что вязкость разрушения чугуна, особенно при повышенных температурах, во многом зависит от формы графитовых включений и их равномерного распределения. Лучшие результаты в этом отношении достигаются при вводе расплавленного алюминия в количестве 0,4–0,8% от массы расплавленного металла в ковш (условные номера образцов №№ 3, 4, 5). При меньшем количестве вводимой графитизирующей присадки, несмотря на присутствие мелкоизмельченного графита, его распределение по сечению неравномерное, что повышает концентрацию напряжений на концах графитовых включений, подтвержденную многими исследователями (например, Волчок И.П. и др. ФХММ. – 1984. – № 3. – С. 89–92) и снижает вязкость разрушения чугуна (K_{IC}), особенно при повышенных температурах.

При введении алюминия свыше 0,8% увеличиваются размеры графитовых включений и

наблюдается повышенная их концентрация на отдельных участках, что указывает на неравномерную графитизацию. Это также повышает концентрацию напряжений и снижает вязкость разрушения чугуна. Аналогичное отрицательное влияние на вязкость разрушения чугуна оказывает и введение в чугун графитизирующей присадки (алюминия) в твердом состоянии. Из-за

ликвации алюминия наблюдается значительная неравномерность его распределения, приводящая к неравномерному распределению включений графита и снижению вязкости разрушения.

Таким образом, заявляемое техническое решение в сравнении с известным, обладает не только новизной, но и существенным изобретательским уровнем и промышленно применимо.

Условный номер образца	Состояние графитизирующей присадки	Количество вводимой графитизирующей присадки, в % к массе расплавленного металла	Распределение включений графита	Размер включений графита (ГОСТ 3443-77)	Вязкость разрушений K_{Is} , МПа·м ^{1/2}		
					температура, °C		
					20	500	700
1	–	–	Неравномерное	Граз 15	8,5	8,0	1,5
2	Жидкое	0,2	Неравномерное	Граз15	11,6	7,3	2,5
3	Жидкое	0,4	Равномерное	Граз 15	12,2	9,2	4,0
4	Жидкое	0,6	Равномерное	Граз 25	13,5	10,0	4,5
5	Жидкое	0,8	Равномерное	Граз 45	12,8	9,5	4,1
6	Жидкое	1,0	Неравномерное	Граз 90	11,5	7,1	2,2
7	Жидкое	1,2	Неравномерное	Граз 90	10,4	6,3	1,8
а.с. 623921							
8	Твердое	0,5	Неравномерное	Граз 45	12,5	7,3	2,8
а.с. 676623							
9	Жидкое	0,5	Неравномерное	Граз 45	11,9	7,1	2,6

Тираж 50 экз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»

Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101

(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03

