

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 21615

(13) С1

(46) 2018.02.28

(51) МПК

C 22C 37/00 (2006.01)

(54)

ЧУГУН

(21) Номер заявки: а 20150292

(22) 2015.05.22

(43) 2016.12.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Урбанович Наталья Ивановна; Барановский Константин Эдуардович; Покровский Артур Игоревич; Нисс Владимир Семенович; Розенберг Евгений Викторович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) SU 1591513 A1, 2013.

BY 4427 C1, 2002.

RU 2128238 C1, 1999.

SU 1285048 A1, 1987.

SU 1700085 A1, 1991.

BY 4337 C1, 2002.

BY 6553 C1, 2004.

BY 6830 C1, 2005.

EA 200500868 A1, 2006.

(57)

Чугун, содержащий углерод, кремний, марганец, хром, молибден, цирконий и железо, **отличающийся** тем, что дополнительно содержит титан и олово при следующем соотношении компонентов, мас. %:

углерод	3,0-3,6
кремний	2,0-2,6
марганец	0,8-1,2
хром	1,25-1,5
молибден	0,2-0,4
цирконий	0,2-0,4
титан	0,2-0,5
олово	0,02-0,08
железо	остальное.

Изобретение относится к металлургии, в частности к разработке составов чугуна для деталей механизма газораспределения двигателей внутреннего сгорания, элементов плунжерных пар машин для литья под давлением, изделий типа мелющих тел.

Чугун занимает одно из ведущих мест среди современных конструкционных материалов. Это обусловлено высокими литейными и технологическими свойствами чугуна по сравнению со сталью. Следует отметить, что белые и половинчатые чугуны занимают определенную нишу в классификации чугунов. Они характеризуются, прежде всего, высокой твердостью, умеренной прочностью при растяжении и изгибе и низкими показателями пластичности. Улучшение качественных характеристик чугуна возможно не только за счет оптимизации химического состава, рафинирования, модифицирования или термической обработки, но также за счет использования горячей пластической деформации литых заготовок, позволяющей существенно повысить пластичность, сохранив при этом твердость и износостойкость белого чугуна. Горячей пластической деформации целесообразно

BY 21615 C1 2018.02.28

подвергать чугуны, обладающие повышенной пластичностью при определенной температуре деформирования.

Известен чугун [1], содержащий, мас. %:

углерод	3,0-3,6
кремний	2,0-2,6
марганец	1,3-1,8
хром	0,6-1,2
молибден	0,2-0,4
бор	0,01-0,05
цирконий	0,2-0,4
железо	остальное.

Данный чугун имеет невысокие показатели ударной вязкости и деформируемости. Наиболее близким к заявляемому изобретению является чугун [2] (прототип), содержащий, мас. %:

углерод	3,0-3,6
кремний	2,0-2,6
марганец	0,8-1,2
хром	1,25-1,5
молибден	0,2-0,4
цирконий	0,2-0,4
сурьма	0,03-0,05
железо	остальное.

Прототип имеет недостатки: невысокие пластические свойства и износостойкость, что, по-видимому, связано с неблагоприятной гетерогенной структурой.

Задачей предлагаемого изобретения является повышение пластичности при 950 °С, износостойкости и степени деформации при осадке.

Поставленная задача решается тем, что чугун, содержащий углерод, кремний, марганец, хром, молибден, цирконий и железо, отличается тем, что дополнительно содержит титан и олово при следующем соотношении компонентов, мас. %:

углерод	3,0-3,6
кремний	2,0-2,6
марганец	0,8-1,2
хром	1,25-1,5
молибден	0,2-0,4
цирконий	0,2-0,4
титан	0,2-0,5
олово	0,02-0,08
железо	остальное.

Титан - элемент, который обладает наибольшим сродством к кислороду и азоту, содержащимся в жидком чугуне, а также к углероду. Он связывает их в тугоплавкие оксиды, нитриды, карбиды и тем самым участвует в процессе структурообразования. Образующиеся тугоплавкие соединения служат центрами кристаллизации, что способствует повышению дисперсности структурных составляющих, тем самым улучшает механические свойства чугуна. Кроме того, находящиеся в металлической матрице твердые соединения титана (карбиды, оксиды, нитриды) повышают износостойкость чугуна.

Добавка 0,2-0,5 % титана позволяет повысить пластические свойства и износостойкость чугуна. Добавка титана меньше 0,2 % не оказывает влияния на повышение износостойкости и пластических свойств чугуна. Увеличение добавки титана свыше 0,5 % снижает пластические свойства.

Олово, как и сурьма, является сильным перлитизатором, но в отличие от сурьмы олово эффективнее повышает пластические свойства чугуна. Как показали исследования, добав-

ВУ 21615 С1 2018.02.28

ка олова в количестве 0,02-0,08 % в состав чугуна способствует измельчению перлита, тем самым созданию благоприятной композиционной структуры, обеспечивающей улучшение свойств чугуна, особенно его пластичности.

Добавка олова меньше 0,02 % не обеспечивает повышение пластических свойств чугуна, а более 0,08 % снижает пластические свойства.

Чугун для получения заготовок выплавляли в индукционной высокочастотной печи емкостью 150 кг с кислой футеровкой. В качестве шихтовых материалов использовали чушковый чугун, стальной лом и ферросплавы. Температура металла в тигле составляла 1500 °С. Разливка велась ковшем емкостью 20 кг при температуре 1400-1380 °С. Цирконий вводился в ковш при выпуске чугуна в виде стружки. Олово вводили в ковш в виде крупки. Литые заготовки имели вид цилиндрических стержней. Они подвергались нормализации при 920 °С, 1,5 ч и двойному отпуску при 600 °С, 2 ч и 800 °С, 2 ч. Из отливок вытачивали цилиндрические заготовки для выдавливания диаметром 34 мм, высотой 24 мм. Перед выдавливанием заготовки нагревались в индукторе током высокой частоты до 1100 °С. Пластическое деформирование проводили в специальном штампе на серийном кривошипном прессе К2130 усилием 100 т в режиме горячего гидродинамического выдавливания. Выдавленные толкатели имели гладкую ровную поверхность с припуском для окончательной шлифовки.

Следует отметить, что на некоторых толкателях, полученных из известного чугуна, наблюдались поперечные трещины, в то же время на толкателях из чугуна предлагаемого состава таких трещин ни на одном из них не наблюдалось.

Испытания чугуна на износостойкость проводили на машине Шкода-Саввина. О величине износа судили по глубине лунки, образующейся при взаимодействии цилиндрической и плоской поверхностей образца и эталона, в качестве которого использовали образец из стали ШХ-15, закаленный на твердость 50-52 HRC. Условия испытания выбирали таким образом, чтобы обеспечить образование на образце из чугуна, взятого за прототип, лунки глубиной 3 мм. Эти условия оказались следующими: удельная нагрузка 20 МПа, частота колебаний 1500 цикл/мин, амплитуда скольжения 0,1 мм, число циклов при приработке 2,1-10,5, при испытании $6,6 \cdot 10^4$.

Химические составы известного и предложенного чугуна, а также уровень их свойств приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Номер плавки	Химический состав, мас. %									
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Zr	Ti	Sn	Sb	Fe
1	3,0	2,0	0,8	1,25	0,2	0,2	0,2	0,02	-	остальное
2	3,3	2,3	1,0	1,43	0,3	0,3	0,35	0,05	-	остальное
3	3,6	2,6	1,2	1,5	0,4	0,4	0,5	0,08	-	остальное
Известный	3,4	2,3	1,0	1,4	0,3	0,3	-	-	0,04	остальное

Таблица 2

Результаты сравнительных испытаний

Номер плавки	Относительное удлинение при 950 °С, δ , %	Степень деформации при осадке, %	Износ, мкм	Предел прочности при растяжении, σ_b , МПа	Твердость, HRC
1	12	18	1,8	470	61
2	14,5	19,5	1,6	470	62
3	14,0	19	1,6	470	62
Известный	11,5	17	2,0	460	62

ВУ 21615 С1 2018.02.28

Как следует из данных табл. 2, предлагаемый состав чугуна превосходит известный по деформируемости и износостойкости. Повышение пластичности чугуна позволит получать не только цельный чугунный толкатель пластическим деформированием в горячем состоянии, но и более сложные детали, например элементы плунжерных пар машин для литья под давлением, мелющие тела.

Источники информации:

1. А.с. СССР 1351149, МПК С 22С 37/06, 2013.
2. А.с. СССР 1591513, МПК С 22С 37/06, 2013.