

INFLUENCE OF HYDROGEN ON THERMAL EXPANSION OF ALLOYS ALUMINIUM WITH SILICIUM

Popova M.V.

Siberian state industrial university,
street. Kirov, 42, Novokuznetsk, 654007, Russia

Introduction

System Al-Si is a base of the class-room of low-density alloys with a low thermal coefficient of linear expansion (TLEC, α) [1]. For reception low α use the hypereutectic silumins containing more of 20 % of silicium, that considerably exceeds his solubility limit in aluminiums. It promotes formation of large stressings of a silica phase, making brittle alloys. Therefore for high-silicon silumins operation of inoculation is obligatory.

Results and discussion

In the capacity of modifying agents traditionally use the mixes containing haloid salts alkaline and earth metals, phosphorus, titanium, a boron. However in linkage with the evolution of the industry sharply aggravating ecological conditions, special attention reverts on application of the technological receptions reducing emission of parasitic substances. Therefore recently study a capability of inoculation of high-silicon silumins by means of hydrogen and hydrides. Authors [2] receive data about the strong modifying operation which renders hydrogen on a microscopic structure of aluminium alloys, including silumins.

It is known, that the contents of hydrogen in silumins can be raised (increased) for the score remain standing them in an atmosphere of water vapours or at blow by water vapour. [2, 3]. However, as a rule, in works on hydrogenation or to refining their influence on thermal expansion of aluminium alloys is not observed. In this connection, proceeding from the assumption that, that in shaping all properties of aluminium alloys hydrogen is leading, we had been lead (had been carried out, had been spent) a series of experiments on influence of machining of a melt by water vapour, hydrogen of alkaline breaking-up of aluminium and by a hydride of lithium on thermal expansion of high-silicon silumins. With the purpose of analysis of influence of the contents of hydrogen on thermal expansion of alloys Al-Si alloys of aluminium from 30 % of silicium, with different alternatives of machining of a melt have been sucelted.

At analysis of influence of all listed (transferred) technological receptions the special attention was given change of a microscopic structure as for a strength improvement it is necessary to pick such reception which will ensure simultaneous decrease of coefficient and fine crushing of stressings of hosts of a silica phase. And durability of high-silicon silumins, even at conservation of values of their coefficient of linear expansion, will be essential only then when the size of stressings will be reduced many times over. One of the most known and used expedients varying the contents of hydrogen, blow of a melt by water vapour or remain standing in his (its) atmosphere is.

In figure 1 influence of different receptions of machining of the melt, varying the contents of hydrogen and in this connection influencing on a coefficient of linear expansion of alloy Al – 30 % Si is shown. Short-lived remain standing a melt in an atmosphere of water vapour increments the contents of hydrogen at a pouring-in with 920°C with 1,0 up to 1,63 sm³ / 100 of g that results (brings) in emersion of abnormality of the thermal expansion expressed in increase α in the interval 200-300°C. In the greater standard (measure) increments the contents of hydrogen short-lived blow of a melt by water vapour (up to 2,66 sm³ / 100 of g of metal). It increments coefficient at low test temperatures and calls strongly pronounced abnormality at 200-300°C. It is fixed, that most strongly change the contents of hydrogen such methods (receptions, acceptances), as blow of a melt by hydrogen of alkaline breaking-up of aluminium and machining by his (its) hydride of lithium (LiH). In these cases at a pouring-in of a melt with 920°C the contents of hydrogen about 13-16 sm³ / 100 of g of metal are possible to increase. At definition of coefficient of thermal expansion it is possible to note, that in the interval test temperatures 50-200°C α has values, close to TLEC alloy Al-20 % Si. And in the interval 200-300°C values α anomalously are incremented and become more, than at pure aluminium. In other words, increase of the contents of hydrogen in an alloy rises (elevates, improves, raises) coefficient of thermal expansion and is equivalent to decrease of the contents of silicium.

It is fixed, that, use of the different receptions reducing quantity of defined hydrogen, on opera-

*Fax: (8-384846-57-92

E-mail: m.popova@nvkz.kuzbass.net

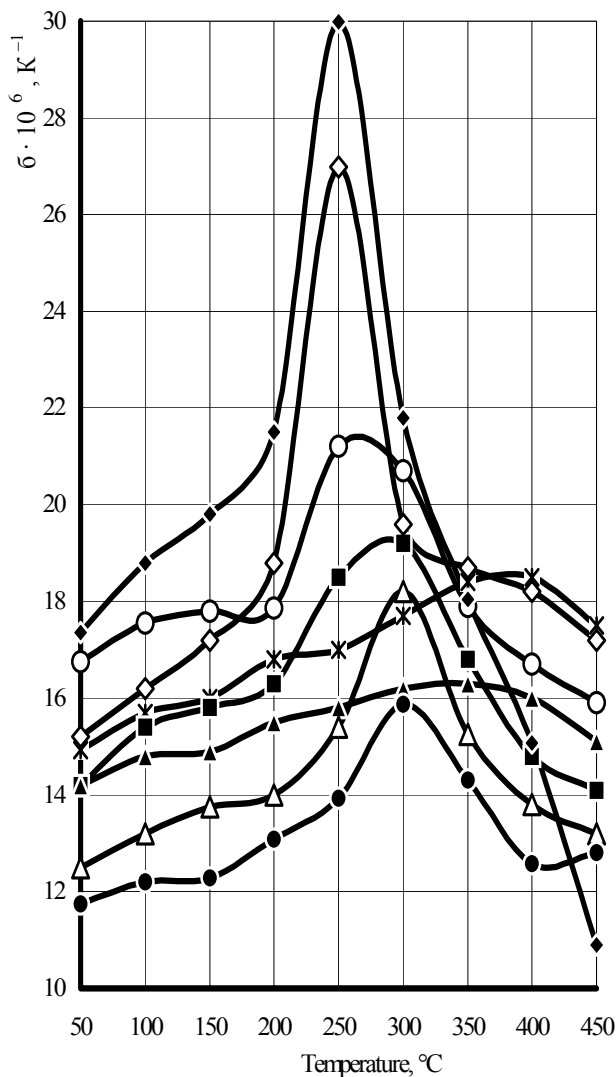


Figure 1 – Influence of machining of a melt on polar expansion alloy Al – 30%Si:

- ✕— routine preparation, [H] = 1,0 sm³ / 100r;
- remain standing in an atmosphere of water vapour, 1000°C, 0,5 h, [H] = 1,63 sm³ / 100r;
- ▲— remain standing in an atmosphere of water vapour, 1000°C, 1 h, [H] = 0,82 sm³ / 100r;
- △— remain standing in an atmosphere of water vapour, 1000°C, 2 h, [H] = 0,51 sm³ / 100r;
- remain standing in an atmosphere of water vapour, 1200°C, 1 h, [H] = 0,45 sm³ / 100r;
- blow by water vapour, 910°C, 15 minute, [H] = 2,66 sm³ / 100r;
- ◇— machining of melt LiH, 910°C, 15 minute, [H] = 16,0 sm³ / 100r;
- ◆— blow by hydrogen of alkaline breaking-up of aluminium, [H] = 13,2 sm³ / 100r.

tion on magnitude TLEC is equivalent to increase of the contents of silicium. For example, decrease of the contents of hydrogen up to 0,4-0,5 sm³ / 100 g was attained at the expense of the long-lived remain standing a melt at tall temperatures (1100-1200°C). These values fall into to the defined hydrogen located in a solid solution whereas his(its) greatest quantity is in a silica phase. Values of coefficient in linkage with dehydrogenation continuously(smoothly) decrease, and the ambassador remain standing a melt at 1200°C within 1 h TLEC attains values, characteristic for alloys Al – 40 % Si of routine preparation. In this case also it is possible to tell, that there is one more expedient of machining of a melt which operation is equivalent to introduction in an alloy of 10 % of silicium.

Resume

It is fixed, that the machining of a melt varying the contents of hydrogen in high-silicon silumins, renders not only modifying operation, but also influences magnitude of a thermal coefficient of linear expansion.

The regime of inoculation providing выстаивание in an atmosphere of water vapour at 1000-1200°C within 1 hour, can be utilised at smelting of alloys with low TLEC.

References

1. Sintered materials from aluminium powders. Gopienko V.G., Smagorinskij M.E., Grigorjev A.A., Bellavin A.D. / Under editorship Smagorinskij M.E. - M.: Metallurgy, 1993. - 320 p.
2. Hydrogen and properties of alloys of aluminium with silicium / V.K.Afanasjev, I.N.Afanasjeva, M.V.Popova, etc. Abakan: Khakass- book Publishing house, 1988.-192 p.
3. Makarov G.S. Refining of aluminum alloys gases. - M.: Metallurgy, 1983.-119 p.

ВЛИЯНИЕ ВОДОРОДА НА ТЕРМИЧЕСКОЕ РАСШИРЕНИЕ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ С КРЕМНИЕМ

Попова М.В.*

Сибирский государственный индустриальный университет,
ул. Кирова, 42, Новокузнецк, 654007, Россия

Введение

Система Al–Si является основой класса легких сплавов с низким термическим коэффициентом линейного расширения (ТКЛР, α) [1]. Для получения низкого α используют заэвтектические силумины, содержащие более 20 % кремния, что значительно превышает предел растворимости его в алюминии. Это способствует образованию крупных выделений кремнистой фазы, охрупчивающих сплавы. Поэтому для высококремнистых силуминов обязательной является операция модифицирования.

Результаты и обсуждение

В качестве модификаторов традиционно используют смеси, содержащие галоидные соли щелочных и щелочноземельных металлов, фосфор, титан, бор. Однако в связи с развитием промышленности, резко ухудшающим экологическую обстановку, особое внимание обращается на применение технологических приемов, уменьшающих выброс вредных веществ. Поэтому в последнее время изучают возможность модифицирования высококремнистых силуминов при помощи водорода и гидридов. Авторами [2] получены данные о сильном модифицирующем действии, которое оказывает водород на микроструктуру алюминиевых сплавов, в том числе силуминов.

Известно, что содержание водорода в силуминах может быть повышено за счет выстаивания их в атмосфере водяных паров или при продувке водяным паром.[2, 3]. Однако, как правило, в работах по наводороживанию или рафинированию влияние их на термическое расширение алюминиевых сплавов не рассматривается. В связи с этим, исходя из предположения, что ведущим в формировании всех свойств алюминиевых сплавов является водород, нами была проведена серия экспериментов по влиянию обработки расплава водяным паром, водородом щелочного разложения алюминия и гидридом лития на термическое расширение высококремнистых силуминов.

С целью изучения влияния содержания водорода на термическое расширение сплавов Al–Si были выплавлены сплавы алюминия с 30% кремния, с различными вариантами обработки расплава.

При изучении влияния всех перечисленных технологических приемов особое внимание уделялось изменению микроструктуры, так как для повышения прочности необходимо выбрать такой прием, который будет обеспечивать одновременное снижение коэффициента и измельчение выделений первичных кристаллов кремнистой фазы. Причем прочность высококремнистых силуминов, даже при сохранении значений их коэффициента линейного расширения, будет существенной лишь тогда, когда размер выделений будет уменьшен во много раз. Одним из наиболее известных и применяемых способов, изменяющих содержание водорода, является продувка расплава водяным паром или выстаивание в его атмосфере.

На рисунке 1 показано влияние различных приемов обработки расплава, изменяющих содержание водорода и в связи с этим влияющих на коэффициент линейного расширения сплава Al – 30% Si. Кратковременное выстаивание расплава в атмосфере водяного пара увеличивает содержание водорода при заливке с 920°C с 1,0 до 1,63 см³/100 г, что приводит к появлению аномалии термического расширения, выражающейся в увеличении α в интервале 200–300°C. В большей мере увеличивает содержание водорода кратковременная продувка расплава водяным паром (до 2,66 см³/100 г металла). Это увеличивает коэффициент при низких температурах испытания и вызывает ярко выраженную аномалию при 200–300°C. Установлено, что наиболее сильно изменяют содержание водорода такие приемы, как продувка расплава водородом щелочного разложения алюминия и обработка его гидридом лития (LiH). В этих случаях при заливке расплава с 920°C содержание водорода можно увеличить до 13–16 см³/100 г металла. При определении коэффициента термического расширения можно заметить, что в интервале температур испытания 50–200°C α имеет значения, близкие к ТКЛР

*Факс: (8-3848) 46-57-92

E-mail: m.popova@nvkz.kuzbass.net

сплава Al–20% Si. А в интервале 200–300°C значения α аномально увеличиваются и становятся больше, чем у чистого алюминия. Другими словами, увеличение содержания водорода в сплаве повышает коэффициент термического расширения и равнозначно уменьшению содержания кремния.

Установлено, что, использование различных приемов, уменьшающих количество определяемого водорода, по действию на величину ТКЛР равнозначно увеличению содержания кремния. Например, уменьшение содержания водорода до 0,4–0,5 см³/100 г достигалось за счет длительного выстаивания расплава при высоких температурах (1100–1200°C). Эти значения относятся к определяемому водороду, находящемуся в твердом растворе, тогда как наибольшее его количество находится в кремнистой фазе. Значения коэффициента в связи с обезводороживанием плавно уменьшаются, и после выстаивания расплава при 1200°C в течение 1 ч ТКЛР достигает значений, характерных для сплавов Al – 40% Si обычного приготовления. В этом случае также можно сказать, что существует еще один способ обработки расплава, действие которого равноценно введению в сплав 10% кремния.

Выводы

Установлено, что обработка расплава, изменяющая содержание водорода в высококремнистых силуминах, оказывает не только модифицирующее действие, но и влияет на величину термического коэффициента линейного расширения.

Режим модифицирования, предусматривающий выстаивание в атмосфере водяного пара при 1000–1200°C в течение 1 часа, может быть использован при выплавке сплавов с низким ТКЛР.

Литература

1. Спеченные материалы из алюминиевых порошков. Гопиенко В.Г., Смагоринский М.Е., Григорьев А.А., Беллавин А.Д. / Под ред. Смагоринского М.Е. - М.: Metallurgia, 1993. - 320 с.
2. Водород и свойства сплавов алюминия с кремнием / В.К. Афанасьев, И.Н. Афанасьева, М.В. Попова и др. –Абакан: Хакасское кн. изд-во, 1988.–192 с.
3. Макаров Г.С. Рафинирование алюминиевых сплавов газами. - М.: Metallurgia, 1983.– 119 с.

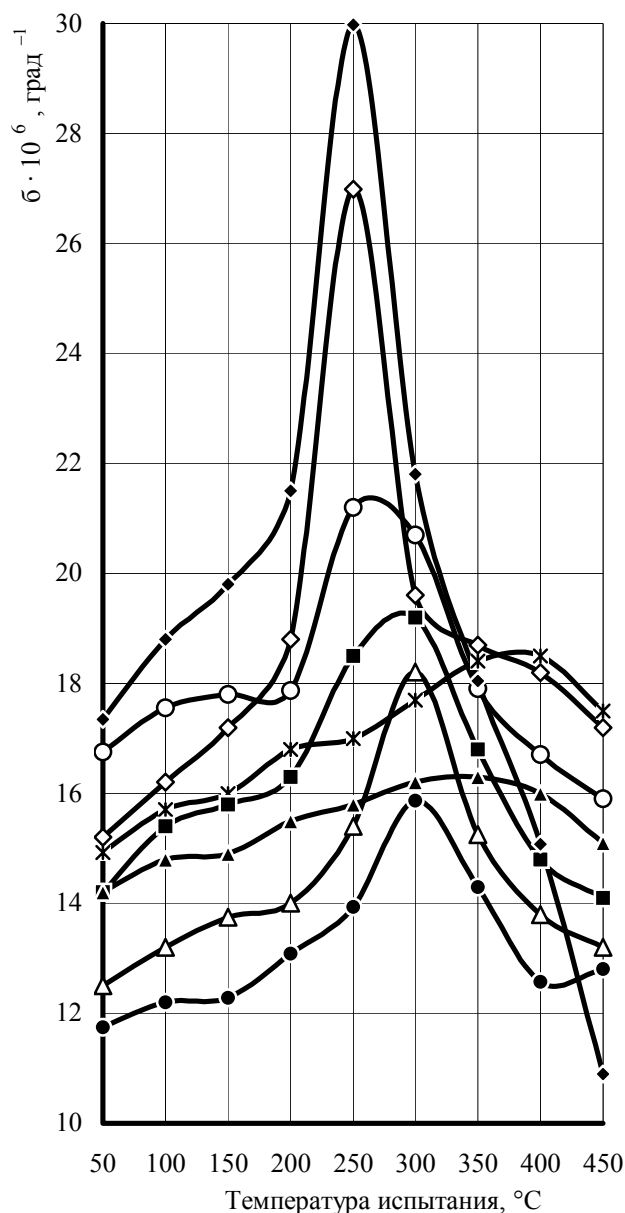


Рисунок 1 – Влияние обработки расплава на линейное расширение сплава Al – 30%Si:

- ✕— обычное приготовление, [H]=1,0 см³/100г;
- выстаивание в атмосфере водяного пара, 1000°C, 0,5 ч, [H]=1,63 см³/100г ;
- ▲— выстаивание в атмосфере водяного пара, 1000°C, 1 ч, [H]=0,82 см³/100г ;
- △— выстаивание в атмосфере водяного пара, 1000°C, 2 ч, [H]=0,51 см³/100г ;
- выстаивание в атмосфере водяного пара, 1200°C, 1 ч, [H]=0,45 см³/100г;
- продувка водяным паром, 910°C, 15 мин, [H]=2,66 см³/100г;
- ◇— обработка расплава LiH, 910°C, 15 мин, [H]=16,0 см³/100г;
- ◆— продувка водородом щелочного разложения алюминия, [H]=13,2 см³/100г.