

APPLICATION ELECTROLYTIC HYDROGENATION REMELTING SILICIUM FOR RAISE OF PROPERTIES OF SILUMINS

Popova M.V.*, Gertsen V.V., Ljubushkina A.N., Efimenko B.A.⁽¹⁾, Ruzhilo A.A.⁽¹⁾

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

(1) municipality of Novokuznetsk, street. Kirov, 85, 654080, Russia

Introduction

Hydrogen is a pivot in shaping technological and auxiliary properties of aluminum alloys, in particular, silumins [1]. Therefore concerning a system Al-Si there was a natural necessity to study habit of influence of machining remelting the silicium, varying the contents of hydrogen in it(him) and to contact between treatment schedules and a level of mechanical characteristics.

Results and discussion

Influence of a pre-treatment of mix material is steadfastly studied already on a stretching a long time. Different aspects(views) of preparation of mix material (the flowage, a heat treatment, the galvanic machining, and also physical affectings) render essential influence on physical-mechanical properties of aluminum alloys. However those expedients of preparation remelting the silicium used for smelting of silumins which set up on change of the contents in it(him) of hydrogen are most effective. As a result of explorations the expedient of preparation of the mix material, providing its(her) electrolytic hydrogenation and the subsequent introduction in a melt which allows to increase mechanical characteristics of aluminum alloys of different systems designed.

The expedient of preparation of mix material for reception of the aluminum alloys, intercalating hydrogenation mix materials in a molten state has been earlier designed by its(her) machining at 750-960 °C within 0,5-2 clocks by water vapour humidity of 100-250 g / m³ and the subsequent refrigeration of an alloy with speed 10-10³ °C/ sec [2]. A deficiency of this expedient is the impossibility of reception of alloys with tall mechanical characteristics.

The expedient of preparation of mix material for preparation of the aluminum-silicon alloys, intercalating an electrolytic machining of mix material at 3-50 % solute of an acid is known also. Thus at the expense of cathodic machining mix material in 20 % solute of sulfuric acid at current density 3-5 A/dm² within 3-4 clocks occurs hydrogenation

mix materials that rises (elevates, improves, raises) mechanical characteristics of gained alloys [3]. However preparation of mix material by this expedient allows to increase mechanical characteristics of alloys in poor extent.

The further raise of mechanical characteristics of alloys is attained by that according to a designed expedient of preparation of mix material for preparation of the aluminum-silicon alloys, intercalating an electrolytic machining of a burden in a solute of an acid, fabricate anodic machining remelting silicium in a solute of hydrofluoric acid. Thus anodic machining fabricate at 10-30 % solute of an acid at current density 10-20 A/dm² within 1-3 clocks.

Machining of a burden (remelting silicium) an offered expedient results(brings) in raise of a level of mechanical characteristics of aluminum-silicon alloys in molten and heat treated condition. Specified it is connected by that at electrochemical pickling in a solute of hydrofluoric acid silicium is follow-up saturated with fluorine that results(brings) in change of gas content of the alloys rendering essential influence on their behaviour at a crystallization and heat treatment.

Implementation of a designed expedient on alloy Al-11 % Si. remelting silicium exposed electrochemical anodic pickling at 20-30 % solute of hydrofluoric acid at current density 10-20 A/dm² within 2,5-3 clocks. Then melted down чушковый aluminiums A7, heat uped it(him) up to 900°C and dissolved handled silicium. A pouring-in of an alloy executed with 670-750 °C in a metal metal mold, the heated up to 150-200 °C. Efficiency of an expedient sized up on structure and mechanical properties in molten and heat treated condition on standard procedures. Thus a heat treatment conducted at temperature 550°C within 5 clocks with refrigeration on air.

Alloys with use routine remelting silicium and handled on a known expedient, i.e. subjected to electrochemical cathodic pickling treatment in a solute of sulfuric acid have collaterally been prepared. The received effects(results) are listed in table 1.

*Fax: (8-384846-57-92, E-mail: m.popova@nvkz.kuzbass.net

Table 1 – Influence of an expedient of preparation remelting silicium on mechanical characteristics of alloy Al-II %Si

Expedient of preparation remelting silicium	Mechanical characteristics					
	in molten condition			after heat treatment		
	σ_B , MPa	δ , %	ψ , %	σ_B , MPa	δ , %	ψ , %
Without machining	140	2,3	3,9	117	6,4	6,5
Known (electrochemical Cathodic pickling treatment in 20 %- H ₂ SO ₄)	166	2,3	0	140	7,5	12,9
electrochemical Anodic травл. In 20 %- HF at current density 10 A/dm ² within 2,5 hours	187	3,0	6,5	145	11,5	13,1
electrochemical Anodic etching in 30 %- HF at current density 20 A/dm ² during 3 clocks	158	3,2	5,1	150	7,2	16,6

Implementation of a designed expedient on alloy Al-15 of % Si. remelting silicium expos electrochemical anodic pickling at 10-30 %-s' solute of hydrofluoric acid at current density 10-15 A/DM² within 1-2 clocks. Preparation of alloys, a heat treatment and testing it is model conducted analogously. The received effects(results) are listed in table 2.

From data of tables 1 and 2 it is visible, that mechanical characteristics of the aluminum-silicon alloys prepared on remelting siliciums, handled by an offered(a suggested) expedient, increase both in a molten condition, and after a heat treatment as contrasted to preparation not only a routine expedient (without hydrogenation mix materials), but also after cathodic pickling treatment of silicium. A ultimate strength increases в1,2 time, a specific elongation and a contraction ratio – in 1,5 times. This raise of mechanical characteristics occurs at the expense of fine crushing stressings eutectic and primary silicium and increase of volume ratio of a solid solution.

Table 2 – Influence of an expedient of preparation remelting silicium on mechanical characteristics of alloy Al-15 % Si

Expedient of preparation remelting silicium	Mechanical characteristics					
	in molten condition			after heat treatment		
	σ_B , MPa	δ , %	ψ , %	σ_B , MPa	δ , %	ψ , %
Without machining	153	2,1	0	149	5,0	3,5
Known (electrochemical cathodic pickling treatment in 20 %- H ₂ SO ₄)	180	2,0	0	150	5,3	4,5
electrochemical anodic pickling in 10 %- HF at current density 10 A/dm ² within 1 hour	185	1,8	0	149	6,9	7,8
electrochemical anodic pickling in 30 %- HF at current density 15 A/dm ² within 2 clocks	203	1,1	0	162	8,0	7,9

Resume

The lead(carried out,spent) explorations confirm efficiency of use of a pre-treatment remelting silicium for raise of mechanical characteristics of silumins.

Change of gas content remelting silicium results(brings) in change of chemical composition of a melt, that in turn influences a size and character of allocation of stressings of a silica phase.

References

1. 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.
2. Iinventor's certificate. The USSR № 527479, MKI² C 22 C 1/02. An expedient of preparation burden material /V.K.Afanasjev, etc.- Pretended 10.03.75 – Publication 05.09.75.- Bulletin № 33-P. 84.
3. Inventor's certificate. The USSR № 739122, MKI² C 22 C 1/02. An expedient of preparation of mix material for preparation aluminium сплавов./ V.K.Afanasjev, etc.- Pretended 14.12.79 – Publication 05.06.80.- Bulletin № 21-P.150.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО НАВОДОРОЖИВАНИЯ ШИХТОВОГО КРЕМНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СВОЙСТВ СИЛУМИНОВ

Попова М.В.*, Герцен В.В., Любушкина А.Н., Ефименко Б.А.⁽¹⁾, Ружило А.А.⁽¹⁾

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

⁽¹⁾Муниципалитет г. Новокузнецка, ул. Кирова, 85, 654080, Россия

Введение

Водород является ведущим элементом в формировании технологических и служебных свойств алюминиевых сплавов, в частности, силуминов [1]. Поэтому в отношении системы Al-Si возникла естественная необходимость изучить особенности влияния обработки шихтового кремния, изменяющей содержание водорода в нем и установить связь между режимами обработки и уровнем механических свойств.

Результаты и обсуждение

Влияние предварительной подготовки шихты пристально изучается уже на протяжении длительного времени. Различные виды подготовки шихты (пластическая деформация, термическая обработка, гальваническая обработка, а также физические воздействия) оказывают существенное влияние на физико-механические свойства алюминиевых сплавов. Однако наиболее эффективны те способы подготовки шихтового кремния, используемого для выплавки силуминов, которые основаны на изменении содержания в нем водорода. В результате исследований был разработан способ подготовки шихты, предусматривающий ее электролитическое наводороживание и последующее введение в расплав, который позволяет повысить механические свойства алюминиевых сплавов различных систем.

Ранее был разработан способ подготовки шихты для получения алюминиевых сплавов, включающий наводороживание шихты в расплавленном состоянии путем ее обработки при 750-960 °С в течение 0,5-2 часов водяным паром влажностью 100-250 г/м³ и последующее охлаждение сплава со скоростью 10-10³ °С/с [2]. Недостатком этого способа является невозможность получения сплавов с высокими механическими свойствами.

Известен также способ подготовки шихты для приготовления алюминиево-кремниевых сплавов, включающий электрохимическую обработку шихты в 3-50%-ом растворе кислоты.

При этом за счет катодной обработки шихты в 20%-ном растворе серной кислоты при плотности тока 3-5 А/дм² в течение 3-4 часов происходит наводороживание шихты, что повышает механические свойства получаемых сплавов [3]. Однако подготовка шихты этим способом позволяет повысить механические свойства сплавов в недостаточной степени.

Дальнейшее повышение механических свойств сплавов достигается тем, что согласно разработанному способу подготовки шихты для приготовления алюминиево-кремниевых сплавов, включающему электрохимическую обработку части шихты в растворе кислоты, производят анодную обработку шихтового кремния в растворе плавиковой кислоты.

При этом анодную обработку производят в 10-30%-ном растворе кислоты при плотности тока 10-20 А/дм² в течение 1-3 часов.

Обработка части шихты (шихтового кремния) предложенным способом приводит к повышению уровня механических свойств алюминиево-кремниевых сплавов в литом и термически обработанном состоянии. Указанное связано с тем, что при электрохимическом травлении в растворе плавиковой кислоты кремний дополнительно насыщается фтором, что приводит к изменению газосодержания сплавов, оказывающего существенное влияние на поведение их при кристаллизации и термообработке.

Осуществление разработанного способа на сплаве Al-11% Si. Шихтовый кремний подвергали электрохимическому анодному травлению в 20-30%-ном растворе плавиковой кислоты при плотности тока 10-20 А/дм² в течение 2,5-3 часов. Затем расплавляли чушковый алюминий А7, нагревали его до 900°С и растворяли обработанный кремний. Заливку сплава осуществляли с 670-750 °С в металлический кокиль, подогретый до 150-200 °С. Эффективность способа оценивали по структуре и механическим свойствам в литом и термически обработанном состоянии по стандартным методикам. При этом термическую обработку проводили при температуре 550°С в течение 5 часов с охлаждением на воздухе.

*Факс: (8-3848) 46-57-92,

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

Параллельно были приготовлены сплавы с использованием обычного шихтового кремния и обработанного по известному способу, т.е. подвергнутого электрохимическому катодному травлению в растворе серной кислоты. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние способа подготовки шихтового кремния на механические свойства сплава Al–11 %Si

Способ подготовки шихтового кремния	Механические свойства					
	в литом состоянии			после термической обработки		
	$\sigma_{в}$, МПа	δ , %	ψ , %	$\sigma_{в}$, МПа	δ , %	ψ , %
Без обработки	140	2,3	3,9	117	6,4	6,5
Известный (эл/хим. катодное травление в 20%-ном р-ре H ₂ SO ₄)	166	2,3	0	140	7,5	12,9
Эл/хим. анодное травл. в 20%-ном р-ре HF при плотности тока 10 А/дм ² в течение 2,5 часа	187	3,0	6,5	145	11,5	13,1
Эл/хим. анодное травл. в 30%-ном р-ре HF при плотности тока 20 А/дм ² в течение 3 часов	158	3,2	5,1	150	7,2	16,6

Осуществление разработанного способа на сплаве Al-15% Si. Шихтовый кремний подвергают электрохимическому анодному травлению в 10-30%-ном растворе плавиковой кислоты при плотности тока 10-15 А/дм² в течение 1-2 часов. Приготовление сплавов, термическую обработку и испытание образцов проводили аналогично. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Из данных таблиц 1 и 2 видно, что механические свойства алюминиево-кремниевых сплавов, приготовленных на шихтовом кремнии, обработанном предлагаемым способом, повышаются как в литом состоянии, так и после термической обработки по сравнению с приготовлением не только обычным способом (без наводороживания шихты), но и после катодного травления кремния. Предел прочности повышается в 1,2 раза, относительное удлинение и относительное сужение – в 1,5 раза. Это повышение механических свойств происходит за счет измельчения выделений эвтектического и первичного кремния и увеличения объемной доли твердого раствора.

Таблица 2 – Влияние способа подготовки шихтового кремния на механические свойства сплава Al–15% Si

Способ подготовки шихтового кремния	Механические свойства					
	в литом состоянии			после термической обработки		
	$\sigma_{в}$, МПа	δ , %	ψ , %	$\sigma_{в}$, МПа	δ , %	ψ , %
Без обработки	153	2,1	0	149	5,0	3,5
Известный (эл/хим. катодное травление в 20%-ном р-ре H ₂ SO ₄)	180	2,0	0	150	5,3	4,5
Эл/хим. анодное травление в 10%-ном р-ре HF при плотности тока 10 А/дм ² в течение 1 часа	185	1,8	0	149	6,9	7,8
Эл/хим. анодное травление в 30%-ной HF при плотности тока 15 А/дм ² в течение 2 часов	203	1,1	0	162	8,0	7,9

Выводы

Проведенные исследования подтверждают эффективность использования предварительной подготовки шихтового кремния для повышения механических свойств силуминов.

Изменение газосодержания шихтового кремния приводит к изменению химического состава расплава, что в свою очередь влияет на размер и характер распределения выделений кремнистой фазы.

Литература

1. 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.
2. А.с. СССР № 527479, МКИ² С 22 С 1/02. Способ подготовки шихты./ В.К. Афанасьев и др.–Заявл. 10.03.75 – Оpubл. 05.09.75.– БИ № 33–С.84.
3. А.с. СССР № 739122, МКИ² С 22 С 1/02. Способ подготовки шихты для приготовления алюминиевых сплавов./ В.К. Афанасьев и др.–Заявл. 14.12.79 – Оpubл. 05.06.80.– БИ № 21–С.150.