

ISSN 2313-1020 (Print)  
ISSN 2542-1093 (Online)

**Том 7, Номер 1–2**

**2020**

# **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

# **ACTUAL PROBLEMS IN MACHINE BUILDING**

<http://journals.nstu.ru/machine-building>

**НОВОСИБИРСК**



## СОДЕРЖАНИЕ

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

<b>Ильиных А.С., Галай М.С., Сидоров Э.С.</b> Повышение эффективности работы абразивного инструмента при шлифовании сварных стыков	9
<b>Маликов А.Г., Гольшев А.А., Витошкин И.Е.</b> Исследование лазерной сварки сплава Al-Mg-Li с присадочной проволокой	15
<b>Зверев Е.А., Вахрушев Н.В., Слепцов С.А., Жапаргазинов Р.Д., Цветов И.В.</b> Шлифование никелевых плазменных покрытий, оплавленных токами высокой частоты	21
<b>Леонов С.Л., Иконников А.М., Соломин Д.Е.</b> Определение глубины внедрения режущей части зерна в металл, при магнитно-абразивной обработке	27
<b>Маркова М.И., Шилов А.И.</b> Обработка отверстий малого диаметра в деталях топливной аппаратуры	31
<b>Иванцовский В.В., Титова К.А., Слепцов С.А., Жапаргазинов Р.Д., Цветов И.В.</b> Интегральная обработка и результаты исследования качества поверхностного слоя	38
<b>Жаргалова А.Д., Зуев Р.В.</b> Применение численного компьютерного моделирования для исследования зависимости остаточных напряжений от режимов резания	45
<b>Гарбузов В.В., Гилета В.П.</b> Ультразвуковая обработка незакрепленным инструментом	53
<b>Дубинин Д.Е., Гаар Н.П.</b> Исследование влияния излучения гелий-неонового лазера на электрохимическое растворение материалов	58
<b>Смирнов В.В., Овчаренко А.Г., Фирсов А.М., Ромашев А.Н.</b> Основы метода конечных элементов для бакалавров машиностроения	63
<b>Фирсов А.М., Овчаренко А.Г., Смирнов В.В., Ромашев А.Н.</b> Обеспечение точности изготовления базовых отверстий тонкостенных корпусных деталей	69

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ОСНАСТКА И ИНСТРУМЕНТЫ

<b>Коротков А.Н., Черкашин С.О., Ескин Е.В., Кузнецов А.А.</b> Практика применения станка с ЧПУ DMG MORI модели MORI SEIKI NMV 5000 DCG для изготовления сложных корпусных деталей	77
<b>Юдин В.С., Балашов А.В., Маркова М.И.</b> Установка для пропитки абразивных инструментов	82
<b>Керженцев В.А., Перова Н.В., Абаринова Э.В., Асютков К.А.</b> Определение функционально-логическим методом технических характеристик пищевого перерабатывающих машин (их главных параметров)	86
<b>Керженцев В.А., Перова Н.В., Гиззатулин А.С., Трофимова Ю.С.</b> Определение параметров волчка по величине мощности электродвигателя функционально-логическими методами проектирования	93

## МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

<b>Ерохина И.С., Максимов А.Б.</b> Дислокационный механизм упрочнения стали при циклическом пластическом изгибе	100
---	-----

<b>Попова М.В., Малюх М.А.</b> Структура и тепловое расширение высоколегированных сплавов системы Al-Si-Cu специального назначения	105
<b>Афанасьев В.К., Попова М.В., Долгова С.В., Жибинова И.А., Черныш А.П.</b> О возможности применения белого нелегированного чугуна в качестве инструментального материала	113
<b>Бинцева А.А., Корниенко Е.Е., Кузьмин В.И.</b> Плазменное напыление покрытий из порошков карбида бора	122
<b>Алхимова Е.С., Волков А.С., Максимов Б.А., Сизов И.Г., Полянский И.П.</b> Исследование борохромированных слоев на стали 20, полученных в условиях изотермического и термоциклического нагрева	128
<b>Рашковец М.В., Никулина А.А., Мендагалиев Р.В., Кислов Н.Г.</b> Механические свойства и структура сплава 55Ni-17Cr-5Fe-3Mo при аддитивном производстве	133
<b>Астрашб Е.В., Белоцерковский М.А., Григорчик А.Н., Кукареко В.А.</b> Влияние отжига на структурно-фазовое состояние и триботехнические свойства газотермических покрытий из псевдосплавов на основе X20H80	138
<b>Прудников А.Н., Прудников В.А.</b> Упрочнение земляных отливок из бинарных заэвтектических силуминов	145
<b>Рекомендации по написанию научной статьи</b>	151
<b>Подготовка аннотации</b>	153
<b>Правила для авторов</b>	155

## CONTENTS

**Innovative Technologies in Mechanical Engineering**

- Ilinykh A.S., Galay M.S., Sidorov Je.S.** Improving Efficiency of Abrasive Tool during Grinding Welded Joints 9
- Malikov A.G., Golyshev A.A., Vitoshkin I.E.** Study of Laser Welding of Al-Mg-Li Alloy with Filler Wire 15
- Zverev E.A., Vakhrushev N.V., Sleptsov S.A., Zhapargazinov R.D., Tsvetov I.V.** Grinding of Nickel Plasma Coatings Melted by High Frequency Currents 21
- Leonov S.L., Ikonnikov A.M., Solomin D.E.** Determination of the Penetration Depth of the Cutting Grains in the Metal, with the Magnetic-Abrasive Machining 27
- Markova M.I., Shilov A.I.** Processing Small Diameter Holes in Details Fuel Equipment 31
- Ivancivsky V. V., Titova K.A., Sleptsov S.A., Zhapargazinov R.D., Tsvetov I.V.** Integral Processing and Results of Research Quality of the Surface Layer 38
- Zhargalova A.D., Zuev R.V.** The Application of the Numerical Computer Modelling to Explore the Dependence of the Residual Stresses on Machining Parameters 45
- Garbuzov V.V., Gileta V.P.** Ultrasonic Processing with Unfixed Tool 53
- Dubin D.E., Gaar N.P.** Research of the Effect of Helium-Neon Laser Radiation on the Electrochemical Dissolution of Materials 58
- Smirnov V.V., Ovcharenko A.G., Firsov A.M., Romashev A.N.** Basics of the Finite Element Method for Bachelors of Mechanical Engineering 63
- Firsov A.M., Ovcharenko A.G., Smirnov V.V., Romashev A.N.** Ensuring the Accuracy of Manufacturing the Base Holes of Thin-Walled Body Parts 69

**Technological Equipment, Machining Attachments and Instruments**

- Korotkov A.N., Cherkashin S.O., Eskin E.V., Kuznetsov A.A.** Practice of Application of a CNC Machine DMG MORI Models MORI SEIKI NMV 5000 DCG for the Production of Complex Case Parts 77
- Yudin V.S., Balashov A.V., Markova M.I.** Installation for Impregnation of Abrasive Tools 82
- Kerzhencev V. A., Perova N. V., Abarinova E.V., Asyutkov K.A.** Determination by Functional-Logical Method of Technical Characteristics of Food Processing Machines (their Main Parameters) 86
- Kerzhencev V. A., Perova N. V., Gizzatullin A. S., Trofimova Y. S.** Determination of Parameters of Meat Grinder by the Value of Power of the Electric Motor using Functional-Logic Design Methods 93

**Materials Science in Machine Building**

- Yerokhina I.S., Maksimov A.B.** Dislocation Mechanism of Steel Hardening under Cyclic Plastic Bending 100

---

<b>Popova M.V., Malyuh M.A.</b> Structure and Thermal Expansion of High-alloy Alloys of the Al-Si-Cu System for Special Purposes	105
<b>Afanasyev V.K., Popova M.V., Dolgova S.V., Zhibinova I.A., Chernysh A.P.</b> Possibility of Using White Unalloyed Cast Iron as Instrumental Material	113
<b>Binceva A.A., Kornienko E.E., Kuzmin V.I.</b> Air Plasma Spraying of Boron Carbide Coatings	122
<b>Alkhimova E.S., Volkov A.S., Maksimov B.A., Sizov I.G., Polyansky I.P.</b> Study of Borochrome Steel 20 are Received in the Conditions Isothermic and Thermocyclic Heating	128
<b>Rashkovets M.V., Nikulina A.A., Mendagaliev R.V., Kislov N. G.</b> Mechanical Properties and Structure of 55Ni-17Cr-5Fe-3Mo Alloy under Additive Manufacturing Condition	133
<b>Astrashab E.V., Belotserkovsky M.A., Grigorchik A.G., Kukareko V.A.</b> Influence of Annealing on the Structural-Phase State and Tribotechnical Properties of Hypersonic Metallization Coatings from Falsely Alloys Based on Ni80Cr20	138
<b>Prudnikov A.N., Prudnikov V.A</b> Hardening of Earth Castings from Binary Hypereutectic Silumins	145
<b>Guidelines for Writing a Scientific Paper</b>	151
<b>Abstract requirements</b>	153
<b>Rules for authors</b>	155

УДК 669.715: 621.74.047

**УПРОЧНЕНИЕ ЗЕМЛЯНЫХ ОТЛИВОК ИЗ БИНАРНЫХ ЗАЭВТЕКТИЧЕСКИХ СИЛУМИНОВ**

*А.Н. ПРУДНИКОВ, доктор техн. наук, профессор  
В.А. ПРУДНИКОВ, аспирант  
(СибГИУ, г. Новокузнецк)*

**Прудников А.Н.** – 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42,  
Сибирский государственный индустриальный университет,  
*e-mail*: a.prudnikov@mail.ru

Исследована возможность улучшения структуры и механических свойств земляных отливок из бинарного заэвтектического силумина Al-20 % Si за счет оптимизации модифицирующего состава и параметров обработки расплава. Установлено, что введение в модифицирующий состав на основе фосфор- и кислородсодержащих веществ (фосфористая медь, оксиды железа) рафинирующего реагента (хлорида марганца) несколько уменьшает эффективность его воздействия на первичные кристаллы  $\beta$ -Si. Однако значительное снижение газовой пористости в отливках из заэвтектического силумина позволяет повысить их временное сопротивление разрыву на 15÷27 % по сравнению со свойствами модифицированного силумина.

**Ключевые слова:** заэвтектический силумин, отливка, структура, кристаллы первичного кремния, эвтектика, упрочнение.

**Введение**

Одними из самых распространенных алюминиевых сплавов являются сплавы на основе системы Al-Si с довольно широким диапазоном содержания кремния. При повышении содержания кремния в составе силуминов в их структуре увеличиваются размер и количество выделений эвтектического и первичного кремния. Поэтому при производстве слитков и фасонных отливок на заготовительных и литейных заводах цветной металлургии необходимой операцией является модифицирование расплава. Причем технология обработки расплава зависит от химического состава силумина и способа его производства [1, 2]. Для диспергирования эвтектики (Al+Si) и измельчения первичных кристаллов  $\beta$ -Si в структуре силуминов разработано большое количество модификаторов различного состава и действия [3-19].

При изготовлении деталей из заэвтектических силуминов методом литья в одноразовые песчано-глинистые (земляные) формы в структуре отливок присутствуют значительно более грубые кристаллы первичного кремния (КПК) и выделения эвтектики (Al+Si), что объясняется более малой скоростью кристаллизации жидкого металла по сравнению с полунепрерывным и кокильным методами литья. Для заэвтектических силуминов одним из наиболее эффективных модификаторов являются комплексные составы на основе фосфор-, водород- и кислородсодержащих реагентов – фосфидов, оксидов и других соединений некоторых металлов [19-22]. Применение данных комплексных модификаторов рекомендуется для способов литья, которые характеризуются высокими скоростями кристаллизации. Прежде всего, это полунепрерывное литье слитков и кокильное литье. Так, в первом случае при изготовлении полунепрерывных слитков скорости

охлаждения в интервале кристаллизации составляют 0,5 – 50 °С/с, а во втором случае – около 125 °С/мин. [23]. При малых скоростях охлаждения (порядка 10 °С/мин. и меньше), которыми характеризуется способ изготовления деталей путем литья в одноразовые песчаные формы, эффективность применения данного типа модификаторов снижается. Кроме того, после использования для модифицирования силуминов данных составов в отливках наблюдается появление пористости.

Поэтому целью работы являлась оптимизация способа модифицирования заэвтектического силумина с 20 % Si составом на основе фосфор- и кислородосодержащих реагентов применительно для отливки в песчаные формы.

### Материал и методика экспериментального исследования

В качестве объекта исследования был выбран двойной заэвтектический силумин с содержанием кремния 20 % (вес.). Для приготовления сплавов использовали алюминий А6 и технически чистый кремний Кр1. Сплавы готовили в лабораторной шахтной печи сопротивления в окрашенном металлическом тигле. Модифицирующую смесь вводили в расплав с помощью «колокольчика» при температурах 820 и 900°С. Время обработки расплава составляло 20 минут. Заливку расплава проводили в заранее изготовленные и просушенные «земляные» формы после снятия шлака с зеркала расплава.

Для удаления избыточного содержания водорода использовали снижение температуры модифицирования и рафинирование расплава известным составом «Дегазёр» [20] и хлористым марганцем. Для модифицирования был выбран состав, содержащий 0,4 % CuP, 0,5 % Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> и 0,5 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и отличающийся высоким уровнем измельчения КПК и отсутствием в составе борной кислоты, добавки которой приводят к дополнительному наводороживанию расплава [3, 19]. Отливали деталь типа «рамка» с разной толщиной элементов от 20 до 60 мм. Микроструктуру изучали на образцах, вырезанных из различных частей отливки с использованием оптического микроскопа ЛабоМет-1И при увеличении ×100. Для определения механических характеристик отливок использовали цилиндрические образцы, изготовленные по ГОСТ 1497-84, диаметром 6 мм. Образцы вырезали из различных элементов детали, а результаты испытаний усредняли по всей отливке. Контроль пористости отливок проводили визуально, а диаметр пор определяли при увеличении ×10. Для установления балла газовой пористости образцов пользовались шкалой, приведенной в ГОСТ 1583-93 [24].

### Результаты и обсуждение

Результаты металлографического анализа и определения механических характеристик отливок из заэвтектического силумина после различных вариантов совместной обработки расплава с использованием процессов модифицирования и рафинирования приведены в таблице и на рисунке.

Микроскопические исследования отливок из сплава Al - 20 % Si, залитых в сухие песчаные формы, приготовленных без обработки расплава и с использованием модифицирующих и рафинирующе-модифицирующих составов различными способами показал, что модификатор (0,4 % CuP, 0,5 % Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> и 0,5 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), не содержащий рафинирующих компонентов, эффективно уменьшает размеры КПК (в среднем в 5÷8 раз) по сравнению со структурой сплава без обработки (см. табл. и рис.). Однако воздействие

обработки на эвтектическую составляющую (Al+Si) в структуре сплава значительно слабее. Так, по форме и размерам выделений эвтектического кремния, которые практически не изменились после обработки расплава силумина, тип эвтектики можно отнести к грубопластинчатой. Кроме того, по сечению отливки появляется пористость, степень которой путем сравнения пор с эталонными шкалами, можно отнести ко 2 и 3 баллу.

Таблица

Влияние обработки расплава на механические характеристики и балл пористости отливок в песчаные формы из сплава Al - 20 % Si

Способ обработки расплава и состав смесей, % от веса расплава	Температура обработки, °С	Механические характеристики		Средний размер КПК, мкм	Балл пористости
		$\sigma_b$ , МПа	$\delta$ , %		
–	–	94	0,4	350-400	–
Модифицирование смесью: 0,4 CuP, 0,5 Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , 0,5 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	900	111	0,8	55-60	3
То же	820	122	0,3	60-65	2
Модифицирование смесью: 0,4 CuP, 0,5 Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , 0,5 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и рафинирование 0,2 состава «Дегазер»	900	129	0,6	72-78	1
Модифицирование смесью: 0,4 CuP, 0,5 Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , 0,5 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и рафинирование 0,2 MnCl <sub>2</sub>	900	134	0,5	72-76	1
Рафинирование 0,2 MnCl <sub>2</sub> и модифицирование смесью: 0,4 CuP, 0,5 Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , 0,5 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	900	139	0,4	72-80	–
Обработка смесью: 0,4 CuP, 0,5 Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , 0,5 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 0,2 MnCl <sub>2</sub>	900	141	0,6	70-75	–

Из приведенных результатов следует, что рафинирование расплава силумина после его модифицирования несколько увеличивает размеры КПК (в среднем на 20-25 %), что может явиться причиной снижения механических характеристик модифицированных отливок. Однако, в данном случае, этот эффект перекрывается положительным вкладом от уменьшения числа и размеров газовых пор после используемой рафинирующей обработки.

Снижение температуры обработки и использование хлористых солей после модифицирования не дало полного устранения избыточного содержания водорода и возможности получения плотных отливок. Поэтому для изготовления изделий из заэвтектических силуминов способом литья в песчаные формы можно рекомендовать либо предварительное рафинирование хлоридом марганца (MnCl<sub>2</sub>) в количестве 0,2 % от веса расплава, либо совместное введение хлористого марганца с реагентами модификатора. В

этом случае временное сопротивление разрыву возрастает в среднем на 50 % по сравнению со сплавом без обработки и на 15÷27 % по сравнению с модифицированным сплавом. При этом относительное удлинение отливок не превышает 1 %.

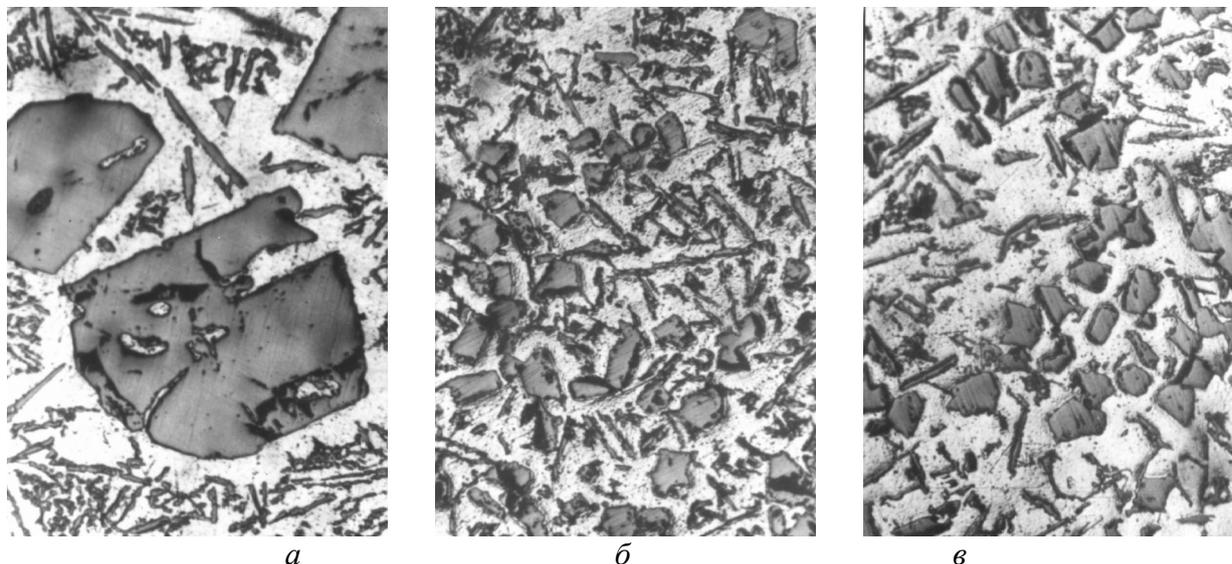


Рис. Микроструктура отливок из сплава Al - 20 % Si, отлитых в песчаную форму, в зависимости от обработки расплава:

*а* – без обработки; *б* – модифицирование составом CuP, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;  
*в* – модифицирующе-рафинирующая обработка составом CuP, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, и MnCl<sub>2</sub>.

## Выводы

1. Предложен способ комплексной обработки расплава заэвтектических силуминов, отливаемых в песчаные формы, заключающийся в совместном введении рафинирующего (MnCl<sub>2</sub>) и модифицирующих компонентов (фосфористой меди и порошкообразных оксидов железа), позволяющий получить наряду с высоким уровнем измельчения кристаллов β-кремния (в 5-8 раз), плотные отливки.

2. Временное сопротивление разрыву отливок из сплава Al - 20 % Si после такой обработки возрастает на 15÷27 % по сравнению со свойствами модифицированного силумина.

## Список литературы

1. Прудников А.Н. Формирование структуры слитков из заэвтектического силумина при обработке расплава и легировании // *Металлургия машиностроения*. – 2009. – № 3. – С. 28–31.
2. Прудников А.Н. Роль условий кристаллизации в формировании структуры и свойств слитков и поковок из заэвтектических силуминов // *Материаловедение*. – 2014. – № 1. – С. 10–13.

3. Прудников А.Н. Структурно-технологические основы разработки прецизионных силуминов с регламентированным содержанием водорода: автореф. дисс. ... д-ра техн. наук : 05.16.09. – Новосибирск, 2013. – 40 с.
4. Хохлев В.М. Производство литейных алюминиево-кремниевых сплавов. – М.: Металлургия, 1980. – 68 с.
5. Ganiger B.M., Chandrashekharaiyah T.M., Prasad T.B. The effect of modification of primary silicon on the microstructure, mechanical and sliding wear behavior of commercial LM-29 cast alloy // American Journal of Materials Science. – 2015. – Vol. 5, № 3. – P. 1–6.
6. A new technique to modify hypereutectic Al-24 % Si alloys by a Si-P master alloy / Y. Wu, S. Wang, H. Li et al. // Journal of Alloys and Compounds. – 2009. – Vol. 477, iss. 1–2. – P. 139–144.
7. Афанасьев В.К. Прудников А.Н. Воздействие наводороживания расплава в электромагнитном поле на линейное расширение литейных силуминов // Литейное производство. – 2011. – № 2. – С. 26–27.
8. Tsaia Y.-C., Leeab S.-L., Lin C.-K. Effect of trace Ce addition on the microstructures and mechanical properties of A356 (AL-7SI-0.35 Mg) aluminum alloys // Journal of the Chinese Institute of Engineers. – 2011. – Vol. 34, № 5. – P. 609–616.
9. Huifang H., Huaji L., Hansong X. The effect of La-Ce on the growth of the Si phase in the Al-24Si // Special Casting and Nonferrous Alloys. – 2010. – Vol. 30, № 6. – P. 575–578.
10. Effect of intensive shearing on the morphology of primary silicon and properties of hypereutectic Al - Si alloy / N. Barekar, N. Hari Babu, B.K. Dhindaw et al. // Materials Science and Technology – 2010. – Vol. 26, iss. 8. – P. 975–980.
11. Suarez-Pena B., Asensio-Lozano J. Microstructure and mechanical property developments in Al-12Si gravity die castings after Ti and/or Sr additions // Materials Characterization. – 2006. – Vol. 57. – P. 218–226.
12. Study on dual modification of Al-17 % Si alloys by structural heredity / J. Zhang, H. Chen, H. Yu et al. // Metals. – 2015. – № 5. – P. 1112–1126.
13. Heshmatpour B. Modification of silicon in eutectic and hypereutectic Al-Si alloys // Essential Readings in Light Metals. – 2016. – Vol. 3, № 3. – P. 425–432.
14. Rathod N.R., Manghani J.V. Effect of modifier and grain refiner on cast Al-7Si aluminum alloy // Journal of Emerging Trends in Engineering and Development. – 2012. – Vol. 5, № 2. – P. 574–581.
15. Structural modification of sand cast eutectic Al-Si alloys with sulfur / sodium and its effect on mechanical properties / W. Chikezie, B.A. Onyial, S.I. Okorie et al. // World Journal of Engineering and Technology. – 2013. – № 1. – P. 9–16.
16. Shamsuzzoha M., Nasrac L., Berry J. Nano-refinement of eutectic and primary silicon fibers in Al-Si alloys for high strength structural applications // AFS Transactions. – 2012. – Vol. 120. – P. 179–186.
17. Ряховский А.П., Петров И.А., Моисеев В.С. Повышение эффективности модифицирующей обработки силуминов // Технология легких сплавов. – 2012. – № 2. – С. 94–96.
18. Influence of combined grain refinement and modification on the microstructure and mechanical properties of Al-12Si, Al-12Si-4.5Cu alloys / C.G. Shivaprasad, S. Narendranath, V. Desai, S. Swami, M.S. Ganesh Prasad // Materials Science. – 2014. – Vol. 5. – P. 1368–1375.
19. Прудников А.Н. Исследование комплексного модифицирования заэвтектических силуминов с содержанием кремния 20...30 % фосфидами и оксидами некоторых металлов // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. – 1995. – № 2. – С. 38–41.
20. Прудников А.Н., Черенковская Е.А. Влияние комплексной обработки расплава фосфористой медью и оксидами некоторых металлов // Наследственность в литых сплавах. – Куйбышев: КПИ, 1987. – С. 99–100.

21. Прудников А.Н. Поршневые деформируемые заэвтектические силумины // Технология металлов. – 2014.– № 2.– С. 8–11.
22. Афанасьев В.К. Прудников А.Н. Модифицирование бинарного заэвтектического силумина // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 1999. – № 10. – С. 33–35.
23. Непрерывное литье алюминиевых сплавов: справочник / В.И. Напалков, Г.В. Черепок, С.В. Махов и др. – М.: Интермет Инжиниринг, 2005. – С. 512.
24. ГОСТ 1583-93. Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия / Донецкий государственный институт цветных металлов. – Введ. 1997-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 24 с.

## HARDENING OF EARTH CASTINGS FROM BINARY HYPEREUTECTIC SILUMINS

**Prudnikov A.N.**, D.Sc. (Engineering), Professor, e-mail: a.prudnikov@mail.ru

**Prudnikov V.A.**, Ph.D. student, e-mail: vladpr88@gmail.com

Siberian State Industrial University, 42 Kirova st. Novokuznetsk, 654007, Russian Federation

### Abstract

The possibility of improving the structure and mechanical properties of binary hypereutectic silumins cast in sand-clay (earthen) forms was studied using the Al-20 % Si alloy as an example. The modifying composition based on phosphorus- and oxygen-containing substances (phosphorous copper, iron oxides) was optimized and the influence of melt processing parameters was determined. It has been established that a decrease in the temperature of the processing of the silumin melt from 900 to 820 ° C makes it possible to reduce the porosity score of castings from 3 to 2. Moreover, the hardening of the castings is not more than 10 %. It is shown that the introduction of a refining reagent into the modifier somewhat reduces the effectiveness of its effect on primary  $\beta$ -Si crystals. Thus, the use of manganese chloride in the modifier increases the size of primary silicon crystals by an average of 25 % in comparison with the modified alloy. However, the elimination of gas porosity in castings from hypereutectic silumin allows to increase their temporary tensile strength by 15–27 % compared with the properties of modified silumin.

### Keywords

hypereutectic silumin, casting, structure, primary crystal silicon, eutectic, hardening.