

**Якимов В. И., Паниван Г. Е., Захарова Е. В., Михель В. П., Муравьев В. И., Куриный В. В.**  
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОДНОРОДНОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОБРАЗЦОВ  
ОТЛИТЫХ В КОКИЛЬ «РОЖКОВОЙ» И «ГРЕБЕШКОВОЙ» ФОРМ СПЛАВА АМ4,5КД

**Якимов В. И., Паниван Г. Е., Муравьев В. И., Захарова Е. В., Куриный В. В.**  
**V. I. Yakimov, G. E. Panivan, V. I. Muravyev, E. V. Zakharova, V. V. Kuriny**

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОДНОРОДНОСТИ ХИМИЧЕСКОГО  
СОСТАВА ОБРАЗЦОВ, ОТЛИТЫХ В КОКИЛЬ «РОЖКОВОЙ» И «ГРЕБЕШКОВОЙ»  
ФОРМ СПЛАВА АМ4,5Кд**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE HOMOGENEITY OF CHEMICAL COMPOSITION  
OF CHILL-CAST SAMPLES OF THE "HORN" AND "SCALLOPED" FORMS  
OF THE AM4,5Kd ALLOY**

**Якимов Виктор Иванович** – доктор технических наук, ОАО «Комсомольское-на-Амуре авиационное производственное объединение им. Ю.А. Гагарина» (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 52-63-17.  
**Mr. Victor I. Yakimov** – Doctor of Engineering, JSC Yuri Gagarin Aviation Plant (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 52-63-17.

**Паниван Галина Евгеньевна** – инженер-технолог, ОАО «Комсомольское-на-Амуре авиационное производственное объединение им. Ю.А. Гагарина» (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 52-63-17.  
**Ms. Galina Ye. Panivan** – process-control engineer, JSC Yuri Gagarin Aviation Plant (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 52-63-17

**Муравьев Василий Илларионович** – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: VMuravyev@mail.ru.  
**Mr. Vassily I. Muravyev** – Doctor in Engineering, Professor, Chief Research Fellow, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: VMuravyev@mail.ru

**Захарова Елена Викторовна** – инженер-технолог, ОАО «Комсомольское-на-Амуре авиационное производственное объединение им. Ю.А. Гагарина» (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 52-63-17.  
**Ms. Elena V. Zakharova** – process-control engineer, JSC Yuri Gagarin Aviation Plant (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 52-63-17.

**Куриный Владислав Викторович** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины и технологии литейного производства» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: kmtlp@knastu.ru  
**Mr. Vladislav V. Kurinij** – PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Foundry Industrial Machinery/Technology, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: kmtlp@knastu.ru

**Аннотация.** В статье описываются результаты исследований особенностей изготовления литьём в кокиль отливок «гребешковой» и «рожковой» формы из сплава АМ4,5Кд.

**Summary.** The paper presents the results of a study of the process of chill casting of the “horn” and “scallop” forms of the AM4,5Kd alloy.

**Ключевые слова:** кокиль, форма, химический состав, AL-Si сплавы.

**Key words:** chill cast, mould, chemical composition, AL-Si alloys.

УДК 669.714.7

В ранее проведенных работах [1; 2] отмечалось о равномерности распределения химических элементов по всей длине образца для Al-Si-сплавов при получении СОП (стандартные образцы предприятия) в кокиль «гребешковой» формы [3].

Анализ химического состава образцов из сплава АМ4,5Кд рассматривался по распределению меди в объеме образцов, отлитых в кокиль «рожковой» и «гребешковой» форм.

Приготовление сплава осуществляли по серийной технологии: расплавление шихты; при температуре 730-740 °С рафинирование хлористым марганцем и дегазирующей таблеткой «Эвтектика»; обработка покровным флюсом калий гексафторцирконатом ( $K_2ZrF_6$ ); выстаивание.

Перед заливкой образцов на химический анализ кокиль прогревали до температуры 150-200 °С и окрашивали кокильной краской. Заливку образцов проводили при температуре 710-720 °С в середине разливки расплава мерным ковшом.

Проверка химического состава образцов выполнялась согласно ГОСТ 7727-81 спектральным методом на приборе МФС-8 с фотоэлектрической регистрацией спектра в зонах согласно выбранной схеме.

Градуировочные графики строились по стандартным образцам алюминиевого сплава АМ4,5Кд, комплект 8 (81-85), ОСТ 1.90004-79. Вместе с образцами проводили анализ по распределению меди СОП 682, результаты которого приведены в табл. 1.

Таблица 1

Распределение меди в СОП 682

Номер эталона	Номер плавки	Аттестованное значение образца	Массовая доля, %	Средний результат
682	89	4,75	4,8-4,7-4,7-4,8	4,75
682	90	4,75	4,7-4,8-4,8-4,7	4,75
682	92	4,75	4,8-4,7	4,75
682	95	4,75	4,8-4,7-4,7	4,75
682	97	4,75	4,8-4,8-4,7	4,75
682	98	4,75	4,8-4,8-4,7-4,7	4,75
682	99	4,75	4,7-4,8	4,75

Для сравнения с результатами спектрального анализа образцы, отлитые в кокиль «рожковой» и «гребешковой» формы, направлялись в лабораторию для проведения арбитражного анализа на содержание меди электрогравиметрическим методом по ГОСТ 11739.12-89.

Определение химического состава в образцах отлитых в кокиль «рожковой» формы, проводили по трем точкам, показанным на рис. 1. Результаты анализа приведены в табл. 2.

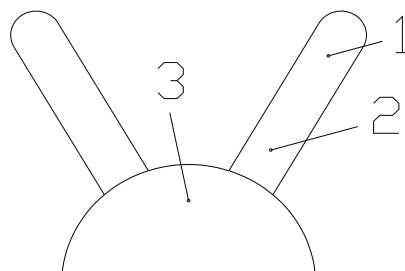


Рис. 1. Образец, отлитый в кокиль «рожковой» формы

Распределение меди в образце, отлитого в кокиль «рожковой» формы

Определяемый элемент	Номер плавки	Массовая доля, %	Среднее содержание
Cu	89-1	4,5 – 4,6 – 4,7 – 4,7 – 4,7	4,6
	89-2	5,0 – 5,0 – 4,7 – 4,8 – 4,9	4,9
	89-3	5,0 – 5,0 – 5,0 – 5,0	5,0
Cu	90-1	4,5 – 4,6 – 4,6 – 4,4	4,5
	90-2	4,6 – 4,8 – 4,6 – 4,8	4,7
	90-3	4,7 – 4,8	4,8
Cu	92-1	4,6 – 4,7 – 4,5 – 4,5	4,6
	92-2	4,4 – 4,3	4,4
	93-3	5,2 – 5,1	5,2
Cu	95-1	4,4 – 4,6 – 4,3 – 4,5 – 4,4	4,4
	95-2	4,1 – 4,2 – 4,2 – 4,0	4,1
	95-3	4,9 – 4,8	4,8
Cu	97-1	4,2 – 4,1 – 4,2	4,2
	97-2	4,1 – 4,1	4,1
	97-3	4,8 – 4,5	4,6
Cu	98-1	4,6 – 4,5 – 4,4 – 4,4	4,5
	98-2	4,5 – 4,3 – 4,8	4,5
	98-3	4,8 – 4,6	4,7
Cu	99-1	4,1 – 4,4 – 4,4 – 4,0 – 4,3	4,2
	99-2	4,4 – 4,4 – 4,1 – 4,3 – 4,3	4,3
	99-3	4,6 – 4,6 – 4,3	4,5

Полученные результаты имеют низкую сходимость и являются некорректными, что характеризует неоднородное распределение меди в объеме образцов, отлитых в кокиль «рожковой» формы.

Определение химического состава в образцах, отлитых в кокиль «гребешковой» формы, проводили по двум точкам определения. На рис. 2 показан один образец из восьми, отлитый в «гребешковую» форму. Результаты анализа приведены в табл. 3.



Рис. 2. Образец, отлитый в кокиль «гребешковой» формы

Полученные результаты имеют высокую сходимость, что характеризует равномерное распределение меди по всему объему образцов, отлитых в кокиль «гребешковой» формы.

Сводные данные результатов анализов по меди образцов, отлитых в кокиль «рожковой» формы, кокиль «гребешковой» формы, и результаты химического анализа приведены в табл. 4.



Распределение меди в образце, отлитого в кокиль «гребешковой» формы

Определяемый элемент	Номер плавки	Массовая доля, %	Среднее содержание	Средние результаты
Cu	95 – 1 – 1	4,6 – 4,7	4,6	4,5
	95 – 1 – 2	4,5 – 4,5 – 4,4	4,5	
	95 – 2 – 1	4,6 – 4,5	4,5	
	95 – 1 – 2	4,2 – 4,3	4,3	
	95 – 3 – 1	4,3 – 4,4	4,4	
	95 – 3 – 2	4,5 – 4,5 – 4,7	4,6	
	95 – 4 – 1	4,4 – 4,4	4,4	
	95 – 4 – 2	4,5 – 4,5 – 4,6	4,5	
Cu	97 – 1 – 1	4,5 – 4,6 – 4,6	4,6	4,6
	97 – 1 – 2	4,4 – 4,6 – 4,5	4,5	
	97 – 2 – 1	4,5 – 4,5	4,5	
	97 – 2 – 2	4,5 – 4,6 – 4,7	4,6	
	97 – 3 – 1	4,6 – 4,6 – 4,7	4,6	
	97 – 3 – 2	4,6 – 4,5 – 4,6	4,6	
	97 – 4 – 1	4,4 – 4,6 – 4,7	4,6	
	97 – 4 – 2	4,6 – 4,7 – 4,6	4,6	
	97 – 5 – 1	4,5 – 4,6 – 4,6 – 4,4	4,6	
	97 – 5 – 2	4,5 – 4,5 – 4,4	4,5	
	97 – 6 – 1	4,9 – 4,4 – 4,7 – 4,7	4,7	
	97 – 6 – 2	4,5 – 4,6 – 4,6	4,6	
	97 – 7 – 1	4,8 – 4,7 – 4,6 – 4,5	4,7	
	97 – 7 – 2	4,6 – 4,6 – 4,5	4,6	
Cu	98 – 1 – 1	4,6 – 4,7	4,6	4,5
	98 – 1 – 2	4,3 – 4,4 – 4,3 – 4,6	4,4	
	98 – 2 – 1	4,8 – 4,5 – 4,7	4,6	
	98 – 2 – 2	4,4 – 4,8 – 4,4 – 4,5	4,5	
	98 – 3 – 1	4,6 – 4,6 – 4,6	4,6	
	98 – 3 – 2	4,4 – 4,4 – 4,4 – 4,5	4,4	
	98 – 4 – 1	4,7 – 4,5 – 4,6	4,6	
	98 – 4 – 2	4,3 – 4,5 – 4,4	4,4	
	98 – 5 – 1	4,5 – 4,5 – 4,8	4,6	
	98 – 5 – 2	4,3 – 4,3 – 4,5 – 4,6	4,5	
Cu	99 – 1 – 1	4,5 – 4,5	4,5	4,5
	99 – 1 – 2	4,3 – 4,7 – 4,4 – 4,3	4,4	
	99 – 2 – 1	4,4 – 4,7 – 4,4 – 4,7	4,6	
	99 – 2 – 2	4,5 – 4,5 – 4,6	4,5	
	99 – 3 – 1	4,3 – 4,5 – 4,7 – 4,3	4,5	
	99 – 3 – 2	4,4 – 4,4 – 4,5	4,4	
	99 – 4 – 1	4,3 – 4,6 – 4,4	4,4	
	99 – 4 – 2	4,3 – 4,6 – 4,4	4,4	
	99 – 5 – 1	4,5 – 4,5 – 4,5	4,5	
	99 – 5 – 2	4,5 – 4,5 – 4,6	4,5	
	99 – 6 – 1	4,7 – 4,6	4,6	
	99 – 6 – 2	4,4 – 4,4	4,4	

Сводные данные результатов анализов по меди образцов, отлитых в кокиль «рожковой» и «гребешковой» формы

Номер плавки	Массовая доля меди в сплаве, %		
	«Рожковая» форма	«Гребешковая» форма	Химический анализ
95 -- 1	4,4	4,5	4,6
95 – 2	4,1		
95 -- 3	4,8		
97 -- 1	4,2	4,6	4,6
97 – 2	4,1		
97 -- 3	4,6		
98 -- 1	4,5	4,5	4,5
98 – 2	4,5		
98 -- 3	4,6		
99 -- 1	4,2	4,5	4,5
99 – 2	4,3		
99 -- 3	4,5		

**Выводы:**

1 Образцы, отлитые в кокиль «рожковой» формы, имеют неоднородный химический состав.

2 Образцы, отлитые в кокиль «гребешковой» формы, имеют однородный химический состав.

3 Спектральный анализ химического состава сплава из материала АМ4,5Кд необходимо проводить на образцах, отлитых в кокиль «гребешковой» формы.

На основании проведенной работы и полученных выводов был изготовлен и внедрен в производство четырехместный кокиль «гребешковой» формы (для отливки стандартных образцов использовался восьми местный кокиль).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Исследование структуры и химической однородности производственного спектрального эталона из Al-Si-сплавов / В. И. Муравьев, В. А. Решетникова, В. И. Якимов, Г. Е. Панван, М. А. Заплетин // *Металлургия машиностроения*. – 2009. – № 4. – С. 40-43.
2. Свиридов, А. В. Математическое моделирование формирования физико-механических свойств электрофоретических литейных форм / А. В. Свиридов, В. В. Куриный // *Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. Науки о природе и технике*. – 2012. – № II-1(10). – С. 78-80.
3. Пат. № 2188741 RU. МКИ В 22 D 15/04. Кокиль для отливки стандартных образцов / В. И. Муравьев, В. И. Якимов, С. З. Лончаков, А. В. Якимов. Заявка № 2000123579/02; заявл. 13.09.2000; Опубл. 10.09.2002. Бюл. № 25.