

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ II

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
16 – 18 мая 2017 г.*

выпуск 21

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

**Новокузнецк
2017**

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М.В. Темлянецв,
д-р хим. наук, профессор В.Ф. Горюшкин,
д-р физ.- мат. наук, профессор В.Е. Громов,
д-р геол. - минерал. наук, профессор Я.М. Гутак,
д-р техн. наук, профессор В.Н. Фрянов,
канд. техн. наук, доцент В.В. Чаплыгин,
д-р техн. наук, профессор Г.В. Галевский,
канд. техн. наук, доцент С.В. Фейлер,
д-р техн. наук, доцент А.Р. Фастыковский,
д-р техн. наук, профессор Н.А. Козырев,
канд. техн. наук, доцент С.Г. Коротков

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. - Вып. 21. - Ч. II. Естественные и технические науки. –440 с., ил.- 113, таб.- 77.

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Вторая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области естественных и технических наук: химии, физики, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования, экологии, безопасности, рационального использования природных ресурсов.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Ефимова К.А.

Нанотехнологии в производстве multifunctional соединений титана с бором и углеродом: состояние, исследование, результаты..... 300

Малюх М.А.

Влияние меди на линейное расширение алюминиевых сплавов Al-Si..... 304

IV. ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ 308

Сазонова Я.Е.

Влияние способа отопления котельных агрегатов на вредные выбросы в атмосферу..... 308

Садковский В.С.

Оценка экологического риска от выбросов в атмосферу доменного цеха..... 311

Злобина Е.С.

Переработка высокозольных угольных отходов в топливо методом масляной агломерации..... 316

Брызгалова А.Ю., Семичева И.Р.

Исследования содержания тяжелых металлов в сточных водах металлургического производства..... 319

Рогозина А.В., Обголец Е.О.

Состояние вопроса загрязнения почв тяжелыми металлами г. Новокузнецка..... 323

Дятлова К.А.

Каталитическое обезвреживание выбросов коксохимического производства на базе металлургических шлаков..... 326

Перегаедова К.А.

Возможность глубокого обезвоживания отходов углеобогащения с помощью фильтр-пресса 331

Кононова А.С.

Решение задач энергосбережения на молочных фермах с помощью тепловых насосов..... 334

Колпаков Д. Е.

Способы оценки воздействия участка открытых горных работ на состояние подземных вод..... 337

тенденции, прогнозы) / Л.С. Ширяева, А.К. Гарбузова, Г.В. Галевский // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2014. - № 2(195). – С. 100 – 108.

4. Галевский Г. В. Применение плазменного нагрева в производстве высокотемпературных боридов и карбидов / Г. В. Галевский, В. В. Руднева, И. В. Ноздрин, С. Г. Галевский, К. А. Ефимова // Специальная металлургия: вчера, сегодня, завтра: материалы XIV Всеукраинской науч.-практ. конф. (апрель 2016). – Киев, 2016. – С. 248 – 259.

5. Efimova K.A. Synthesis and properties of nanoscale titanium boride / K.A. Efimova, G. V. Galevsky, V. V. Rudneva // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 91 (2015) 012002 doi:10.1088/1757-899X/91/1/012002

УДК 669.716:621.745

ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ Al-Si

Малюх М.А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Попова М.В.

Сибирский государственный индустриальный университет,

г. Новокузнецк, e-mail: malyuh_ma@umu.sibsiu.ru

Представлены результаты исследований влияния совместного легирования кремнием и медью на температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) алюминиевых сплавов. Установлено, что совместное легирование снижает ТКЛР гораздо эффективнее, чем раздельное легирование кремнием и медью сравнимых концентраций.

Ключевые слова: температурный коэффициент линейного расширения, алюминий, кремний, медь, легирование.

В настоящее время конструкторы предъявляют повышенные требования к материалам, обладающим нужными значениями ТКЛР. Так, для космического приборостроения необходимо сочетание высокой стабильности размеров в широком интервале температур, коррозионной стойкости и малого удельного веса, так как облегчение выводимых на орбиту конструкций и приборов способствует значительной экономии топлива [1].

Этим требованиям отвечают сплавы Al с Si, так как Al – легкий и пластичный металл, обладающий хорошей коррозионной стойкостью. ТКЛР у него достаточно велик ($\alpha_{0-100} = 23,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$), однако легированием кремнием его можно значительно снизить [2]. Кремний легок ($\gamma = 2420 \text{ кг/м}^3$), имеет весьма низкий ТКЛР ($\alpha_{20-300} = 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$).

Медь, также как и кремний, является важнейшим легирующим элементом алюминия. Сплавы системы Al–Si–Cu широко применяются в машиностроении как конструкционные материалы и их свойства постоянно повышаются [3]. Авторским коллективом [4] подробно изучались сплавы Al–

Сu, чтобы определить возможность использования Сu в новых композициях легких сплавов с контролируемым тепловым расширением.

Большой предшествующий опыт изучения теплового расширения сплавов Al – Si и Al – Сu позволяет заключить, что они могут иметь широкий спектр ТКЛР (от 22 до $11 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$), величина которого, в первую очередь, определяется содержанием легирующих элементов [5]. Поэтому целью настоящей работы являлось исследование возможности уменьшения ТКЛР сплава Al-Si за счет совместного легирования этими элементами.

Наиболее сильное влияние меди на ТКЛР сплавов Al – Si проявляется при больших ее содержаниях. Например, легирование сплава Al – 30 % Si медью в количестве 40% позволяет получить легкий инвар с $\alpha = 6,0 \div 8,0 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$. В таблице 1 представлены результаты легирования медью сплавов на основе алюминия (Al – 30÷50 % Si). Полученные тройные сплавы имеют низкий ТКЛР, слабо изменяющийся во всем температурном интервале испытаний.

Таблица 1 – Тепловое расширение алюминиевых сплавов Al-Si-40 % Сu

Сплав	Коэффициент линейного расширения $\alpha \times 10^6 \text{ К}^{-1}$ при температуре, °С								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450
Al-30%Si	14,0	15,4	15,9	16,6	17,2	18,2	18,2	17,1	16,5
Al-30%Si-40 % Cu	6,1	6,2	6,2	6,2	7,2	7,5	7,6	7,8	8,0
Al-40%Si	12,5	13,3	13,5	13,9	14,5	12,8	11,9	11,7	10,9
Al-40%Si-40 % Cu	4,4	4,5	4,5	6,7	6,2	6,3	6,3	6,7	7,0
Al-50%Si	11,13	11,00	10,89	10,90	9,86	9,39	11,90	7,92	7,87
Al-50%Si-40 % Cu	3,0	3,1	3,2	3,6	4,0	3,7	3,8	3,8	4,0

Изучив влияние меди на ТКЛР сплавов Al – Si в широком диапазоне концентраций легирующих элементов, вызывает интерес *совместное влияние кремния и меди при их равном содержании в сплаве*. На рисунках 1-3 представлены результаты по изменению линейного расширения следующих тройных сплавов: Al-20 % Si-20 % Cu, Al-30 % Si-30 % Cu, Al-40 % Si-40 % Cu.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что совместное легирование кремнием и медью гораздо эффективней, чем раздельное легирование сравнимых концентраций.

Вывод: Тройные сплавы Al-Si-Cu имеют более низкий ТКЛР, чем двойные сплавы Al-Si и Al-Cu сравнимых концентраций.

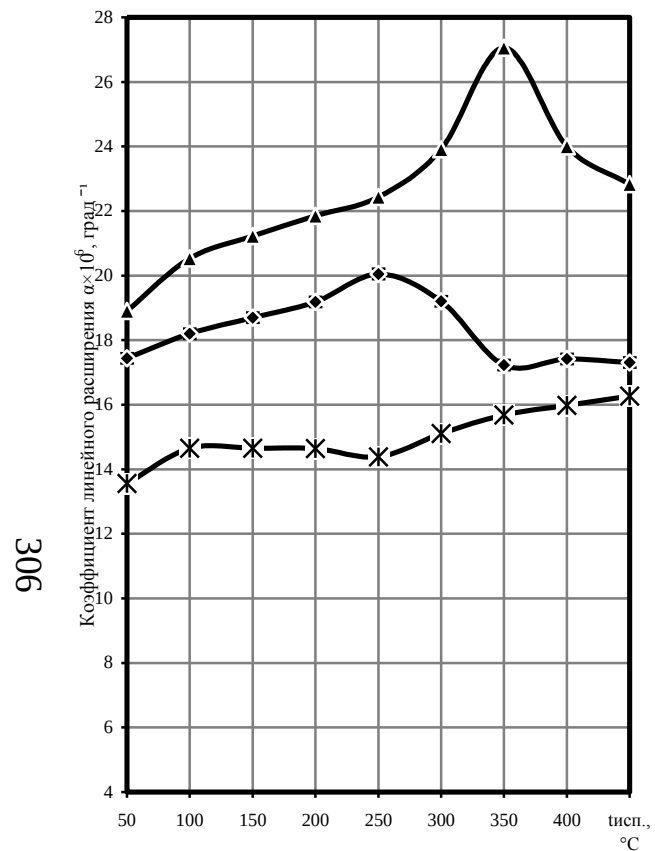


Рисунок 1 - Линейное расширение сплава Al - 20 % Si – 20% Cu

—◆— Al - 20 % Si
 —▲— Al – 20% Cu
 —✕— Al - 20 % Si – 20% Cu

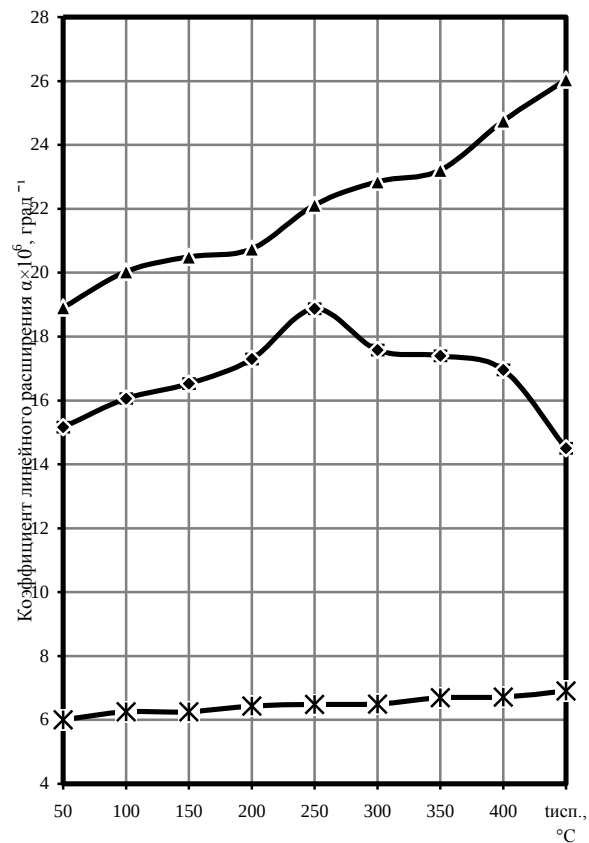


Рисунок 2- Линейное расширение сплава Al - 30 % Si – 30% Cu:

—◆— Al - 30 % Si
 —▲— Al– 30% Cu
 —✕— Al - 30 % Si – 30% Cu

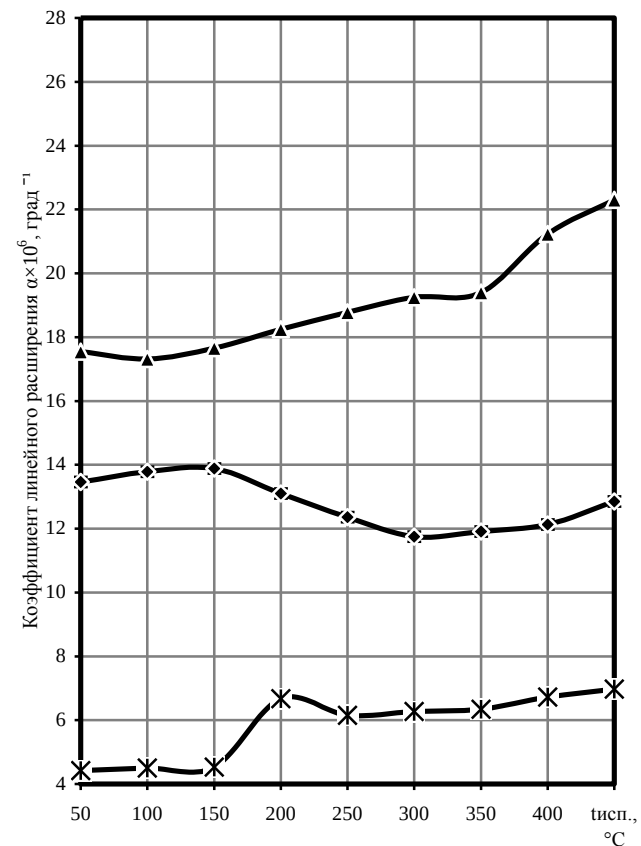


Рисунок 3- Линейное расширение сплава Al - 40 % Si – 40% Cu

—◆— Al - 40 % Si
 —▲— Al – 40% Cu
 —✕— Al - 40 % Si – 40% Cu

Библиографический список

1. Афанасьев В.К. Перспективы развития легких сплавов с малым тепловым расширением для космической техники / В.К. Афанасьев, М.В. Попова // *Металлургия машиностроения*. – 2012. – № 6. – С. 8 – 13.
2. Афанасьев В.К. О влиянии кремния на тепловое расширение алюминия А7 / В.К. Афанасьев, А.В. Горшенин, М.В. Попова, А.Н. Прудников, М.А. Старостина (М.А. Малюх). // *Металлургия машиностроения*. – 2010. – № 6. – С. 23-26.
3. Chang-Yeol Jeong. High Temperature Mechanical Properties of Al-Si-Mg-(Cu) Alloys for Automotive Cylinder Heads // *Materials Transactions* – Vol. 54. – 2013. – №. 4. – P. 588-594.
4. Афанасьев В.К. Особенности влияния меди на линейное расширение алюминия А7 / В.К. Афанасьев, А.В. Горшенин, М.А. Старостина (М.А. Малюх), Е.В. Первакова, И.В. Дегтярева // *Металлургия машиностроения*. – 2010 г. – № 3. – С. 30 – 34.
5. Попова М.В. Некоторые пути получения алюминиевых инваров / М.В. Попова; под рук. В.К. Афанасьева // *Обработка металлов*. - 2004. - № 3 (24). - С. 16 - 19.