

---

**МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**  
**«Новые литейные технологии и материалы  
в машиностроении»\***

*Киев, 8 октября 2012 г.*

8 октября 2012 г. при поддержке администрации Физико-технологического института металлов и сплавов НАН Украины, Оргкомитета конференции и Совета молодых ученых института была проведена 4-я научно-практическая конференция молодых ученых Украины «Новые литейные технологии и материалы в машиностроении».

Идеологическая задача конференции состояла в обсуждении научных результатов работ молодых ученых в области металлургии, литейного производства, металловедения, термообработки, влияния различных силовых воздействий и видов обработки на состояние жидкого и затвердевающего металла при получении из него литых заготовок и изделий.

Работа конференции проводилась по следующим направлениям: металловедение и термическая обработка материалов; прогрессивные технологии литья и обработки металлов и сплавов; новые прогрессивные материалы и технологии их получения; металлургические процессы и оборудование.

На конференции было представлено 30 научных докладов, из них 22 устных. 20 докладов были сделаны молодыми специалистами ФТИМС НАНУ и 2 – специалистами НТУУ «КПИ».

Во время проведения конференции в дискуссиях по поводу представленных докладчиками научных материалов приняли активное участие как сами молодые ученые, так и ведущие специалисты Физико-технологического института НАН Украины.

**М. А. Слажнев**

**О. В. Ушкалова**

Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев

**ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ Cu-Cr ДЛЯ СПЛАВОВ  
С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ**

Применение системы Cu-(Fe-Cr-C) позволяет создавать сплавы с улучшенными показателями технологических и служебных свойств. Установлено, что ее можно

---

\*Другие материалы конференции печатаются в журналах «Металл и литье Украины» и «Металлознавство та обробка металів»

отнести к системам монотектического типа. Необходимым элементом процесса получения является эмульгирование расплава, пребывающего в двухфазном состоянии [1]. В сплавах на основе железа указанной системы (хромистые чугуны) наличие включений «медной» фазы, которые являются препятствиями для роста первичных карбидов, способствует измельчению карбидной составляющей и как результат – существенному улучшению обрабатываемости резанием [2]. В сплавах на основе меди наличие (Fe-Cr-C) включений, формирующихся непосредственно в расплаве, позволяет создавать естественные литые дисперсноупрочненные композиты, способные сохранять показатели механических свойств вплоть до температуры плавления основы [3].

На данный момент причины ограниченной взаимной растворимости компонентов расплавов металлических систем монотектического типа не до конца установлены. Исследование системы Cu-(Fe-Cr-C) целесообразно начать с анализа бинарной системы Cu-Cr. Установлено, что указанную систему можно отнести к системам монотектического типа [4]. Причинами ограниченной взаимной растворимости меди и хрома в жидком состоянии можно считать различие строений наружных электронных оболочек ионов компонентов. Ионы  $\text{Cu}^{1+}$  с  $3d^{10}$  сферически симметричными внешними электронными оболочками в расплаве образуют группировки, строение которых характеризуется координационным числом 12. Ионы  $\text{Cr}^{6+}$  с  $3p^6$  внешними ортогональными шестерками электронов в расплаве – группировки, строение которых характеризуется координационным числом 8 [5].

Результаты анализа термодинамических параметров фаз [4] позволяют заключить, что строение расплавов системы Cu-Cr может изменяться в зависимости от состава, а концентрационная протяженность области двухфазного состояния предельно мала [4, 6]. Именно наличием двух устойчивых степеней ионизации до металлического состояния ( $\text{Cr}^{1+}$  и  $\text{Cr}^{6+}$ ), а также значительным разрывом между величинами потенциалов однократной и шестикратной ионизации атомов хрома и невысокой ионизирующей способностью меди можно объяснить предельно малую протяженность по концентрации области двухфазного состояния расплавов системы Cu-Cr. В силу указанных причин область расплавов, строение сиботаксических группировок которых описывается координационным числом 12, простирается вплоть до границ существования расплавов, строение областей локального порядка которых характеризуется координационным числом 8.

Подобие формы линии ликвидуса на диаграмме состояния системы **Cu-Fe** форме линии ликвидуса диаграммы состояния Cu-Cr позволяет считать систему Cu-Fe также системой монотектического типа с предельно малой концентрационной протяженностью области двухфазного состояния.

Дополнительное введение углерода в сплавы бинарных систем Cu-Fe и Cu-Cr позволяет существенно расширить концентрационную протяженность области двухфазного состояния, а вместо тройных систем Cu-Fe-C и Cu-Cr-C целесообразно использовать четвертную систему Cu-(Fe-Cr-C).

### Список литературы

1. Кириевский Б. А., Христенко В. В. Дисперсноупрочненные сплавы на основе меди со структурой типа «замороженной» эмульсии, технология производства литых электродов // Процессы литья. – 2007. – № 1-2. – С. 93-100.
2. Попов В. С., Нагорный П. Л. Влияние карбидов на абразивную износостойкость сплавов // Литейн. пр-во. – 1969. – № 8. – С. 27-29.
3. Кириевский Б. А., Руденко М. А., Христенко В. В. Влияние состава упрочняющей добавки на растворимость хрома и железа в медной фазе монотектических расплавов Cu-(Fe-Cr-C) // Процессы литья. – 2010. – № 6. – С. 53-58.

4. Кириевский Б. А., Христенко В. В., Перелома Е. В. Уточнение параметров области несмешиваемости в жидком состоянии диаграммы Cu-Cr // Металлофизика и новейшие технологии. – 2000. – № 5. – С. 7-15.
5. Григорович В. К. Влияние электронного строения легирующих элементов на образование металлических растворов // Теоретические и экспериментальные методы исследования диаграмм состояния металлических систем. – М.: Наука, 1969. – С. 7-24.
6. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник / Под ред. Н. П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 1996. – 248 с.

**М. О. Поливода, Л. П. Пужайло, А. В. Серый**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

### **АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОЛУНЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ СЛИТКОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ ДЕФОРМИРУЕМЫХ СПЛАВОВ**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины разработал комплекс металлургического оборудования, состоящий из вакуумной магнитодинамической установки и машины полунепрерывного литья слитков. Вакуумная МГД-установка предназначена для приготовления алюминиевого деформируемого сплава, включающего расплавление шихтовых материалов, рафинирование в вакууме и модифицирование сплава с его электромагнитным перемешиванием, а также фильтрацию сплава через пористый керамический фильтр. МГД-установка является также дозатором жидкого сплава и осуществляет регулируемую электромагнитную разливку сплава в кристаллизатор машины полунепрерывного литья слитков. Машина снабжена кристаллизатором с сублимирующим покрытием и электромагнитным перемешивателем, а также обогреваемой тепловой насадкой.

Для создания автоматической системы управления работой комплекса были проведены экспериментальные исследования, позволившие установить перечень и пределы варьирования технологических параметров, влияющих на физико-химические процессы плавки высокопрочных алюминиевых деформируемых сплавов и литья из них слитков. Установлено, что в технологических процессах приготовления сплавов и получения из них слитков необходимо с помощью автоматической системы управления регулировать 21 технологический параметр, в том числе 16 параметров с использованием аналогового сигнала и 5 – с применением дискретного сигнала.

По результатам исследований разработана функционально-технологическая схема работы автоматической системы управления комплексом.

Разработанная система автоматического управления изготовлена и внедрена на опытном заводе Института металлических материалов (Нинбо, КНР) для управления технологическим процессом получения слитков на поставленной ФТИМС НАН Украины в этот институт машине полунепрерывного литья.