

УДК 621.74.011

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ЖИДКОТЕКУЧЕСТЬ АЛЮМИНИЕВОЙ БРОНЗЫ

© 2015 А.В. Богомяков, Д.О. Пустовалов, А.А. Шумков, А.К. Кайгородов,
Р.С. Милованов

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Поступила в редакцию 26.03.2015

Одним из основных свойств сплава для изготовления художественных отливок является его жидкотекучесть. Описан метод его определения, выделен основной параметр, от которого зависит жидкотекучесть, и предложен способ ее повышения. Представлены результаты компьютерного моделирования заливки спиральной пробы в программном комплексе ProCAST сплавов с различным содержанием в них алюминия. Установлено, что с увеличением содержания алюминия в сплаве жидкотекучесть возрастает.

Ключевые слова: *алюминиевая бронза, жидкотекучесть, химический состав, спиральная проба, ProCAST*

Долгое время оловянные бронзы были единственным материалом для получения отливок различного назначения. Хорошая жидкотекучесть и низкие значения линейной усадки позволяют получать сложные по конфигурации отливки, поэтому они долгое время использовались как материал для художественных отливок. Но из-за широкого интервала кристаллизации этих сплавов тяжело получить плотные отливки. Дефицитность олова и повышенные требования к технологическим свойствам сплава привели к необходимости применения других сплавов. На сегодняшний день алюминиевые бронзы являются основным материалом, заменяющим оловянистые бронзы. Из этих бронз, имеющих малый интервал кристаллизации, получают плотные отливки с концентрированными усадочными раковинами. Усадка у этих сплавов больше, а жидкотекучесть лучше, чем у оловянистых бронз. Последняя характеристика особенно важна для изготовления художественных отливок.

Жидкотекучесть – это способность металлов и сплавов течь в расплавленном состоянии по каналам литейной формы, полностью заполнять ее полости и точно воспроизводить очертания отливки [1]. Она зависит от свойств сплава и литейной формы. К основным параметрам сплава, влияющим на жидкотекучесть, можно отнести температурный интервал кристаллизации,

температуру сплава при заливке, вязкость, силы поверхностного натяжения и др. Большая часть этих параметров зависит от химического состава сплава. К параметрам литейной формы можно отнести температуру формы, теплопроводность материала формы, трение, ширина канала (толщина стенки) и др. Основным методом определения жидкотекучести является получение металлических проб в песчаных и металлических формах – получении спиральной пробы. Этот метод регламентирован ГОСТом 16438-70 и получил широкое распространение в производстве и лабораторных исследованиях. Он заключается в фиксировании длины затвердевшей части металла в канале постоянного сечения (рис. 1.).

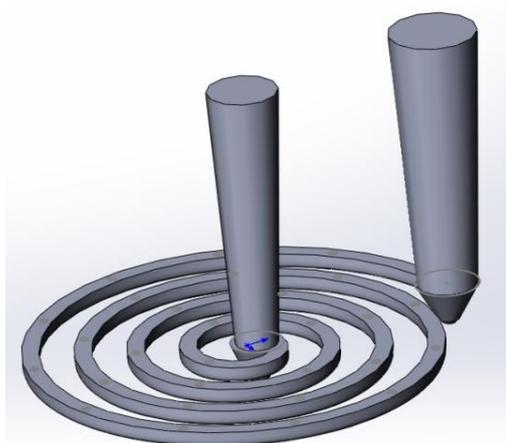


Рис. 1. Спиральная проба

В наиболее распространенном варианте металл, заливаемый в форму через чашу, проходя стояк попадает в спиральный канал. Канал имеет форму трапеции высотой 8 мм, шириной 8

Богомяков Алексей Васильевич, аспирант. E-mail: bogomyagkovav@yandex.ru

Пустовалов Дмитрий Олегович, аспирант. E-mail: pustovalov.dmitrii@inbox.ru

Шумков Алексей Александрович, аспирант

Кайгородов Алексей Константинович, магистрант

Милованов Роман Сергеевич, магистрант

мм сверху и 7 мм внизу. Небольшие выступы, нанесенные на спиральном канале через 50 мм, облегчают измерение длины образца. Такая конструкция канала позволяет получить длинные прутки в небольших по габаритам формах.

Поскольку жидкотекучесть является одним из основных свойств сплава для художественных отливок, то изменяя химический состав сплава можно добиться увеличения показателей жидкотекучести. В современной литературе жидкотекучесть предлагается повышать при помощи модифицирования сплава флюсами [2]. В состав этих флюсов чаще всего входят дефицитные материалы. Было решено провести компьютерное моделирование заливки

спиральных проб сплавом одной марки. Для улучшения показателей жидкотекучести в химическом составе сплава изменялось содержание алюминия. Для проведения компьютерного моделирования был применен программный комплекс ProCAST. В качестве представителя из группы алюминиевых бронз был взят сплав с наиболее высокими показателями жидкотекучести – БрА9ЖЗЛ. Химические свойства данного сплава приведены в табл. 1. Это эвтектический многокомпонентный сплав, основными компонентами в котором являются медь и алюминий. При температуре 1035°C в меди растворяется до 7,4% алюминия.

Таблица 1. Химический состав безоловянной литейной бронзы БрА9ЖЗЛ по ГОСТ 493-79

Основные элементы, % по массе (Cu–ост.)						Допустимая сумма примесей
Al	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	
8,0-10,5	2,0-4,0	-	-	-	-	2,7

При понижении температуры область α -твердого раствора расширяется до 9,4% при температуре 565°C и далее растворимость не меняется. В сплавах, содержащих 9-15% алюминия, появляется β -фаза, представляющая собой твердый раствор на базе интерметаллида Cu_3Al . Ниже температуры 565°C β -фаза распадается с образованием эвтектоида $\alpha + \gamma_2$. Новая фаза γ_2 представляет собой твердый раствор на базе соединения $Cu_{32}Al_{19}$. С увеличением количества эвтектоида в отливке растут твердость и прочностные характеристики бронзы и снижаются пластичность и ударная вязкость [3]. Но для художественных отливок данные свойства не играют особой роли.

Железо в данном сплаве является вспомогательной добавкой. Оно измельчает зерно бронзы (микроструктура алюминиевой бронзы становится более дисперсной) и замедляет эвтектический распад γ_2 фазы, а также упрочняет твердый раствор. При содержании железа на верхнем пределе (4%) в микроструктуре алюминиевой бронзы появляется самостоятельная железистая фаза. Результаты компьютерного моделирования представлены на рисунках (см. рис. 2 - 5) и сведены в табл. 2.

Выводы: проведенное моделирование заливки спиральных проб в программном комплексе ProCAST показало, что жидкотекучесть сплава на основе Cu-Al зависит от содержания в нем алюминия. При увеличении содержания алюминия с 11,5% до 14,5% параметр жидкотекучести увеличился на 18,7%.

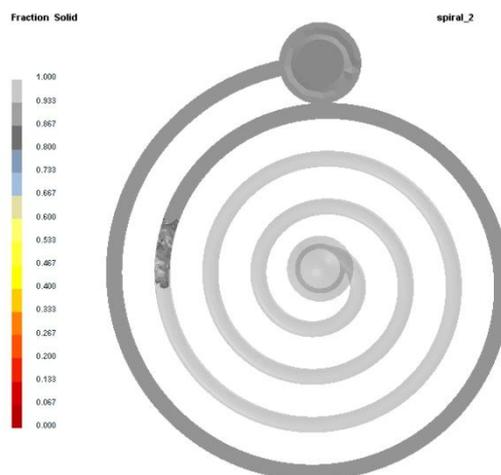


Рис. 2. Спиральная проба с содержанием Al – 11,5%

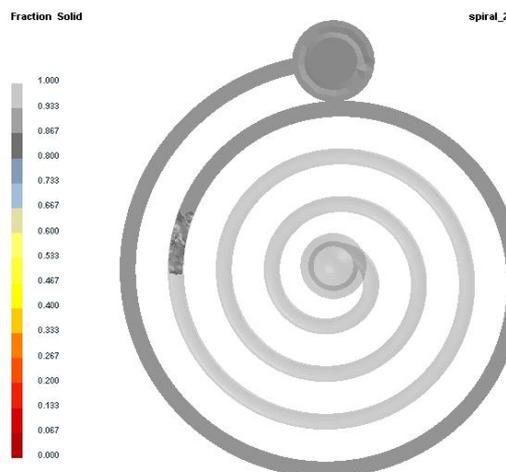


Рис. 3. Спиральная проба с содержанием Al – 12,5%

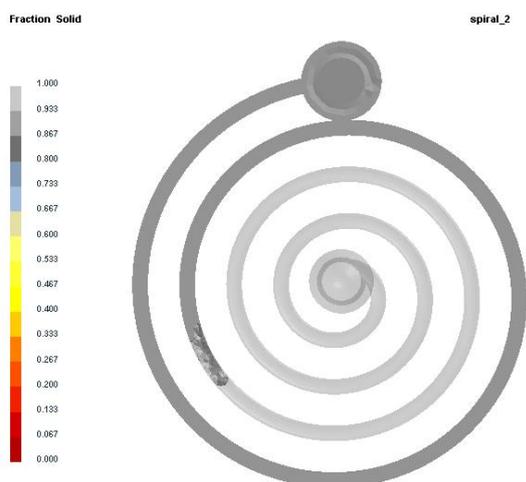


Рис. 4. Спиральная проба с содержанием Al – 13,5%

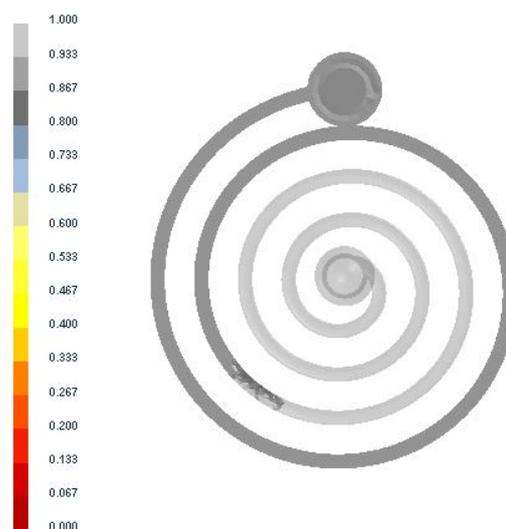


Рис. 5. Спиральная проба с содержанием Al – 14,5%

Таблица 2. Результаты компьютерного моделирования

Содержание Al в сплаве, %	11,5	12,5	13,5	14,5
Показатель жидкотекучести, мм	650	655	720	770

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лисовский, В.А. Экономнолегированные колокольные бронзы с повышенными характеристиками механических свойств / В. А. Лисовский, Л.П. Кочеткова, О.Б. Лисовская, Ю.К. Фавстов // *Металловедение и термическая обработка*. 2007. №5. С. 23-25.
2. Петров, И.А. Исследование влияния модификаторов различного типа на структуру и механические свойства силуминов / И.А. Петров, А.Д. Шлянцева // XXXVIII Гагаринские чтения. Научные труды Межд. молд. науч. конф. в 8 томах. М.: МАТИ, 2012. Т. 1. С. 311-313.
3. Шишляев, В.Н. Цветные сплавы: Учебное пособие – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та; 2009. 226 с.

INFLUENCE OF CHEMICAL COMPOSITION ON ALUMINIUM BRONZE FLUIDITY

© 2015 A.V. Bogomyagkov, D.O. Pustovalov, A.A. Shumkov, A.K. Kaygorodov, R.S. Milovanov

Perm National Research Polytechnical University

One of the main properties of an alloy for production the art castings is it fluidity. The method of its definition is described, the key parameter on which fluidity depends is allocated, and the way of its increase is offered. Results of computer modeling the filling of spiral test in the program ProCAST complex of alloys with various content of aluminum are presented. It is established that with increase in the content of aluminum fluidity increases in the alloy.

Key words: *aluminum bronze, fluidity, chemical composition, spiral test, ProCAST*

*Aleksey Bogomyagkov, Post-graduate Student.
E-mail: bogomyagkovav@yandex.ru
Dmitriy Pustovalov, Post-graduate Student.
E-mail: pustovalov.dmitrii@inbox.ru
Aleksey Shumkov, Post-graduate Student
Aleksey Kaygorodov, Undergraduate Student
Roman Milovanov, Undergraduate Student*