

## ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

**В.В. Новокрещенов**

Представлен апробированный в промышленных условиях новый способ физического воздействия на процесс формирования высококачественных отливок из силумина. Показано направление эффективного использования ведущей системы компьютерного анализа литейных процессов ProCAST. Рассмотрен подход создания базы данных формовочных материалов для количественного расчета в ProCAST термических напряжений и литейной усадки сплавов.

*Ключевые слова:* эффективный способ воздействия, алюмокремниевые сплавы, эффективный компьютерный анализ, расчет термических напряжений, расчет усадки сплавов.

В условиях рыночной экономики получение высококачественной продукции и минимизация ее себестоимости являются наиболее значимыми факторами в конкурентной борьбе среди производителей.

Существует множество различных способов повышения качества отливок, которые можно разделить на физические, химические и электромагнитные методы воздействия на расплав. Однако применение этих методов в каждом конкретном случае связано с рядом сложностей: дороговизна и громоздкость необходимого оборудования, низкая эффективность обработки, увеличение времени производства единицы изделия, ограниченность сортамента сплавов, для которых данный метод обработки может быть применим и другие. В связи с этим на кафедре «Металлургия и литейное производство» ЮУрГУ активно изучается метод импульсного электромагнитного воздействия на кристаллизующиеся сплавы [1–4].

В качестве объекта исследования выбраны широко используемые в машиностроении алюмокремниевые сплавы АК12 и АК7ч. Для проведения исследований в данном направлении разра-

ботаны две принципиально разные лабораторные установки: с наличием диэлектрика между электродом и расплавленным металлом и с прямым погружением электродов в расплав.

Для создания импульсного электромагнитного поля (ИЭМП) в полости форм использовался генератор марки FID-technology с амплитудой импульсов 10 кВ и частотой излучения 1000 Гц.

В результате проведенных исследований зафиксировано, что воздействие ИЭМП на кристаллизацию силумина уменьшает размер дендритных ячеек  $\alpha$ -фазы в 1,1–1,5 раза, способствует измельчению зерен литой структуры на 10–30 % по сравнению с исходным сплавом и значительно снижает усадочную микропористость.

Полученные результаты позволяют судить об эффективности воздействия ИЭМП на формирование качественной структуры отливки.

Апробация данного способа физического воздействия в условиях опытного производства ООО «ЧТЗ-Уралтрак» позволила адаптировать экспериментальную установку к промышленным условиям и устранить дефектность отливок по показателю «герметичность» (рис. 1–3).

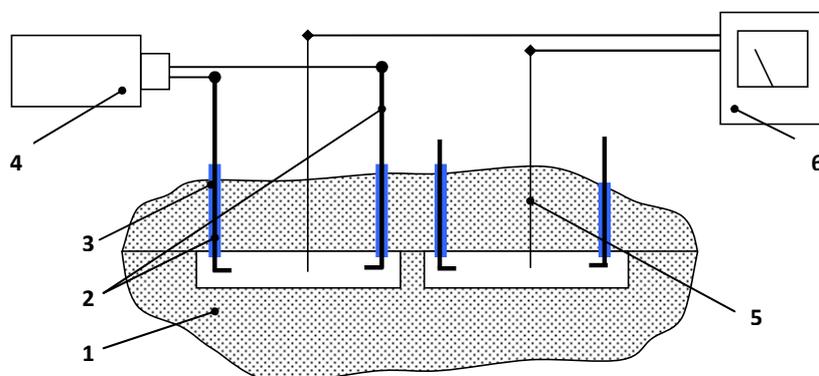


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для создания эффективного электромагнитного воздействия на кристаллизующийся алюминиевый сплав: 1 – разовая песчано-глинистая форма; 2 – электроды; 3 – изоляционный материал; 4 – генератор импульсного электромагнитного поля; 5 – термомпара; 6 – милливольтметр



Рис. 2. Заводской вариант установки эффективного электромагнитного воздействия на кристаллизующийся силумин: форма из ХТС и генератор электромагнитного поля марки FID-technology

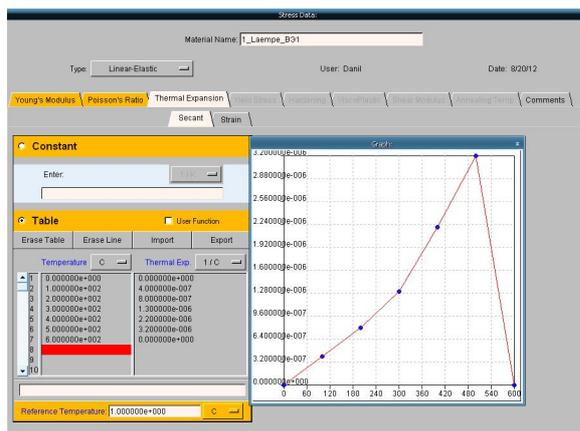


а)

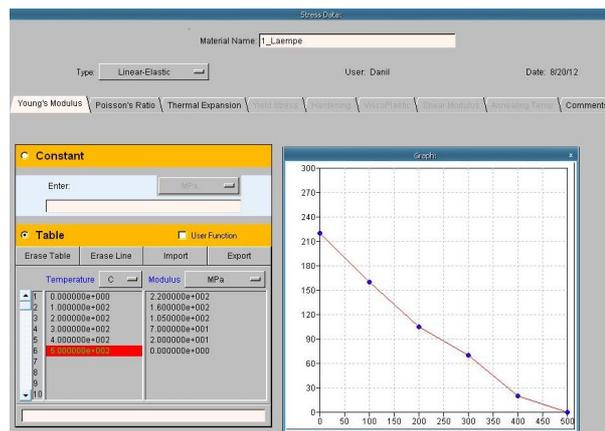


б)

Рис. 3. Опытные отливки ООО «ЧТЗ-Уралтрак»: а – корпус из сплава АК7ч; б – корпус из сплава АК12



а)



б)

Рис. 4. База данных материалов ProCAST: а – изменение коэффициента термического линейного расширения ХТС; б – изменение модуля Юнга ХТС

В современном мире наряду с теоретическими исследованиями и физическим экспериментом активно развивается вычислительная наука.

Вычислительная наука создает уникальные возможности для проведения научных исследований, а применение ее методов в промышленности

является чрезвычайно перспективным, так как позволяет получить весьма существенные экономические и материальные выгоды.

Актуальным направлением развития литейных технологий в настоящее время является эффективное освоение на предприятиях России систем

компьютерного анализа литейных технологий [5]. На сегодняшний день ведущим программным пакетом в области литейного производства является ProCAST (Франция).

Из-за отсутствия в системе ProCAST всех необходимых данных по теплофизическим свойствам стержневых смесей развитие высококачественного проектирования литейных технологий на машиностроительных предприятиях России существенно затруднено.

Для повышения эффективности компьютерного анализа в ProCAST, экономии материалов при литье опытных отливок и изготовлении опытной оснастки сотрудниками кафедры литейного производства ЮУрГУ совместно со специалистами-литейщиками ООО «ЧТЗ-Уралтрак» формируется база данных свойств стержневых смесей, включающая коэффициент термического линейного расширения, модуль Юнга, коэффициент Пуассона (рис. 4). Пробные компьютерные расчеты линейных размеров отливки показали отклонение от фактических значений на 10–15 %.

Возможность управления процессом формирования годной отливки при помощи внешнего электромагнитного воздействия, а также компьютерный анализ тепловых процессов затвердевающей отливки в системе ProCAST, использование ее решателей для оценки термических напряжений и затрудненной усадки являются одним из совре-

менных способов производства высококачественных литых деталей.

#### *Литература*

1. Крымский, В.В. О новых возможностях воздействия наносекундных импульсов на расплавы металлов / В.В. Крымский, И.Н. Ермаков // *Литейщик России*. – 2010. – № 10. – С. 27–29.

2. Ермаков, И.Н. Методика формирования литой структуры металлического сплава в электромагнитном поле высокой напряженности / И.Н. Ермаков, В.В. Новокрещенов // *Заготовительные производства в машиностроении*. – 2012. – № 11. – С. 3–5.

3. Ермаков, И.Н. Специфика формирования отливки при электромагнитном воздействии / И.Н. Ермаков, В.В. Новокрещенов // *Литейное производство*. – 2012. – № 10. – С. 21–22.

4. Особенности затвердевания силумина, находящегося в импульсном электромагнитном поле / И.Н. Ермаков, В.В. Новокрещенов, В.Ю. Усанов и др. // *Фундаментальные и прикладные проблемы науки: материалы VII Междунар. симпозиума*. – М.: РАН, 2012. – Т. 2. – С. 83–90.

5. Ермаков, И.Н. Двухуровневая модель обучения по курсу «САПР в литейном производстве» / И.Н. Ермаков // *Литейщик России*. – 2006, № 9. – С. 23–24.

**Новокрещенов Виктор Владимирович**, аспирант кафедры металлургии и литейного производства, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76. Тел.: (351)2679096. E-mail: techproect74@mail.ru.

**Bulletin of the South Ural State University  
Series "Metallurgy"  
2013, vol. 13, no. 1, pp. 208–210**

## **PRODUCTION OF HIGH QUALITY CAST PARTS FROM ALUMINIUM ALLOYS**

**V.V. Novokreshchenov**

The paper presents a new industrially tested way of physical influence on the process of high quality silumin casting shaping. The direction of effective application of the leading system of computer analysis of foundry processes ProCAST is shown. The approach to creation of a database of molding materials for quantitative evaluation of thermal stresses and casting shrinkage in the ProCAST is considered.

*Keywords: effective way of influence, aluminium-silicon alloys, effective computer analysis, thermal stress calculation, casting shrinkage calculation.*

**Novokreshchenov Viktor Vladimirovich**, post-graduate student of the Metallurgy and Foundry Department, South Ural State University. 76 Lenin avenue, Chelyabinsk, Russia 454080. Tel.: 7(351)2679096. Email: techproect74@mail.ru.

*Поступила в редакцию 5 марта 2013 г.*