

Методика ультразвукового контроля труб. Скорости волн являются свойствами среды: для жидкостей и газов – продольных волн, а для твердых тел – продольных и поперечных [1].

Значительное преимущество ультразвукового анализа свойств материалов заключается в том, что он может проводиться без остановки технологических процессов или поточным способом. Высокочастотные ультразвуковые волны могут передаваться в движущиеся объекты без непосредственного контакта с ними преобразователя (так называемые иммерсионные методы контроля) [2]. Измерения также могут проводиться в закрытых емкостях с передачей ультразвуковой энергии через стенки. То обстоятельство, что ультразвуковые волны проходят через объект контроля, позволяет изучать внутренние свойства материала [3]. Иногда возможно, используя строб импульсы, получать данные о свойствах только одного слоя в многослойных материалах.

Анализ известных исследований и разработок позволяет сделать следующие выводы: при ультразвуковых исследованиях стальных изделий не вызывает сомнения высокая эффективность и точность измерений, однако следует отметить, что при ультразвуковом контроле чугунных изделий возникает множество трудностей связанных с отличием акустических свойств этих сплавов, и для достижения высокой достоверности результатов при контроле качества чугунных изделий необходим подбор оптимальных методов и параметров проведения исследований.

#### Список литературы

1. Ермолов И. Н., Алешин Н. П. и др. Достижения акустических методов контроля за последние 5 лет - Тезисы докладов 14-ой Российской научно-технической конференции "Неразрушающий контроль и диагностика", Москва, 23-26 июня, 2006, с. 453.
2. Разумов-Раздолов К. Л. Неразрушающий контроль в промышленности // «РИТМ» (Ремонт Инновации Технологии Модернизация). – 2010. - №9. С. 36 - 39.
3. Сучков Г. М., Катасонов Ю.А. Экспериментальные исследования нового способа бесконтактной ультразвуковой дефектоскопии труб эхометодом // Дефектоскопия. - 1999. - № 11. - С.77-80.

УДК 621.74.08

*Т. В. Лысенко, Д. А. Желдубовский, И. И. Становская*  
Одесский национальный политехнический университет, Одесса

### **СИНХРОНИЗАЦИЯ СОСТАВНЫХ СОБЫТИЙ В СИСТЕМЕ «ОТЛИВКА – ПЕСЧАНАЯ ЛИТЕЙНАЯ ФОРМА»**

Многочисленные известные зависимости фазовых переменных системы «отливка – песчаная форма» от времени [1] не позволяют четко сформулировать цель управления качеством отливок.

В последнее время в качестве цели выдвигают совпадение (или несовпадение) во времени заранее назначенных событий в литейной форме, к которым относят некоторые поименованные состояния на фазовом портрете объекта управления [2]. Наличие, как минимум, двух синхронизируемых подсистем позволяет рассматривать остывающую в форме отливку с точки зрения теории динамических систем и построить ее фазовый портрет, т.е. все фазовые траектории, возможные в пределах технологических ограничений. На фазовом портрете выделяется точка S, соответствующая синхронизации событий в подсистемах на пути динамической системы от точки из области начальных условий к естественному аттрактору, представляющему собой температуру и давление окружающей среды.

Пусть специалистами-литейщиками признано, что такая синхронизация необходима для качества отливок. Если траектория фазового портрета системы не проходит через точку S, а значит, синхронизация событий не произойдет, то целью управления становится изменение траектории так, чтобы последняя прошла через эту точку.

В этом случае проблема сводится к возможности математического прогнозирования таких событий, что может представлять значительные трудности по разным причинам. Одна из таких причин – так называемые «составные» события, когда имеет место их последовательная цепочка: первое рассчитывается аналитически, чаще всего, по уравнениям тепло- и массопереноса, а последнее проистекает из предыдущих, причем эти переходы имеют иную природу и описываются совершенно другими математическими моделями.

Примером составного события в литейной форме может служить последовательность: <достижение максимального давления в форме на границе с жидкой отливкой> – <всплытие газового пузыря>. Модель наступления первого элемента последовательности (назовем его предварительным событием) – дифференциальные уравнения выделения и удаления газов из литейной формы, модель второго (основного) события – уравнения гидродинамики гетерогенных сред. В таких условиях синхронизация (десинхронизация) предварительных событий не решает задачу. Поэтому в работе выведено соотношение, рассматривающее разницу во времени между пред-

варительным и основным событиями в качестве запаздывания по состоянию объекта управления.

Функции, входящие в это соотношение весьма сложны и, как правило, представляют собой дифференциальные уравнения в частных производных второй степени. Поэтому в компьютерных экспериментах использовали численные методы решения задач в среде MathCAD. Анализ соотношения показал, что наличие компонент запаздывания может существенно повлиять на ход фазовой траектории, приближая или отдаляя возможность синхронизации событий в системе. Важно также, что эти компоненты входят в соотношение с разными знаками, что может привести к их взаимной компенсации.

#### Литература

Баландин Г. Ф. Основы теории формирования отливки. Часть 1. – М.: Машиностроение, 1976. – 328 с.

Найдек В.Л. Синхронизирующее управление процессами тепломассопереноса в системе отливка – форма / В.Л. Найдек, Т.В. Лысенко, А.Л. Становский // Литейное производство. – 2007. – № 7. – С. 23 – 26.

УДК 621.746.04:666.85/86

*А. Г. Малявин*

*Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,  
Киев*

### **ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА КАМНЕЛИТЫХ ФТОРФЛОГОПИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Исследование влияния химического состава на строение и прочностные свойства камнелитых фторфлогопитовых изделий проводили, используя способность изоморфного замещения ионов кремния и алюминия, а также изменение содержания анионов фтора в калиевом фторфлогопите. Были получены две группы материалов: с изменяющимся алюмосиликатным модулем ( $M=2,3,4$ ) и с различным содержанием фтора (стехиометрическим и избыточным в 1,5 и 2 раза).

Установлено, что отливки полученных материалов имеют существенные различия в макростроении, характеризуемые зональностью, подобно зональности строения металлических отливок. Характерным для них является наличие трех структурных зон: корковой (поверхностной), переходной (транскристаллитной) и центральной (рис.1). Протяженность зон и размер кристаллов фторфлогопита,

слагающих зоны, у разных материалов различны. Так, у материалов с различным  $M$  имеется тенденция к большему проявлению зональности и укрупнению структуры с уменьшением  $M$ , а с различным содержанием фтора (при одинаковом  $M$ ) большей зональности и увеличению размера кристаллов фторфлогопита - повышению количества фтора. Увеличение величины кристаллов и зональности объясняется тем, что при одинаковых условиях затвердевания отливок основными факторами, стимулирующими рост кристаллов является массоперенос и теплопередача. Массоперенос определяется вязкостью силикатного расплава, которая незначительна (при температуре 1450-1360°C составляет 0,4-0,85 Па•с), а при уменьшении содержания кремния или увеличении содержания фтора она уменьшается, что способствует возрастанию массопереноса и линейной скорости роста кристаллов, а в итоге к увеличению протяженности переходной зоны и величины кристаллов фторфлогопита.

Петрографическое изучение материала отливок показало, что основной минеральной фазой их являются пластинчатые кристаллы фторфлогопита, количество которых в материалах близких по составу к стехиометрии составляет  $\sim 90\pm 5\%$ , а при значительных отклонениях - 80% и менее. Кроме фторфлогопита в них имеются стеклофаза и примесные минералы (селлаит, энстатит, форстерит и др.), которые расположены в промежутках образованных кристаллами основной фазы. Характерной структурной составляющей является межкристаллитная пористость, имеющая замкнутый характер, количество которой 4,5-15%.

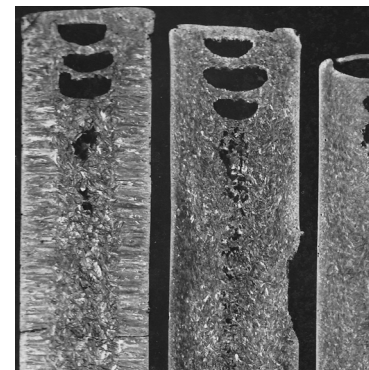


Рис. 1 Макроструктура камнелитых отливок а)  $M=2$ ; б)  $M=3$ ; в)  $M=4$ .