



УДК 621.74:658.512.2

Поступила 19.08.2013

А. Ф. СМЫКОВ, В. С. МОИСЕЕВ, МАТИ-РГТУ им. К. Э. Циолковского

## УНИВЕРСАЛИЗАЦИЯ САПР ТП ФАСОННОГО ЛИТЬЯ НА ОСНОВЕ ПОУЗЛОВОГО РАСЧЕТА ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ОТЛИВОК

*Описана система для автоматизированного проектирования технологий гравитационного литья фасонных отливок на основе системы синтеза, в основе которой в качестве базового метода принят метод поузлового расчета затвердевания отливок.*

*The article describes system for computer-aided design technologies gravity casting of mold castings on the basis of synthesis system, based as the basic method accepted a rolling calculation of solidification of castings.*

Одним из перспективных направлений решения задач оптимизационного проектирования технологий для гравитационного литья фасонных изделий из разных сплавов является система синтеза, в основе которой в качестве базового метода принят метод поузлового расчета затвердевания отливок. Этот метод универсален к методам гравитационного литья и геометрии отливок, позволяет решать обратные задачи и находить параметры технологического процесса прямым расчетом. Кроме того, он достаточно эффективно взаимодействует с другими методами и расчетными методиками для решения оптимизационных задач проектирования. Программы на его основе просты в эксплуатации, не требуют специальных компьютеров и апробированы в производственных условиях на разных типоразмерах отливок и методах литья.

Метод поузлового расчета затвердевания отливок разработан с упрощением теоретической схемы явлений таким образом, чтобы, с одной стороны, математическая модель не содержала сложных дифференциальных уравнений общего вида и с другой – позволяла решать оптимизационные задачи технологии литья с достаточной для практики точностью.

Основой расчетов служат уравнения теплового баланса узлов (элементов) отливки, для которых разработаны методики по определению входящих в них статей в зависимости от геометрических и теплофизических параметров форм, стержней, технологических средств воздействия, а также свойств сплавов [1]. Для решения задачи безде-

фектного формирования фасонной отливки на этапе заполнения рассчитывается скорость потока расплава и заполняемость им каналов формы, а на этапе затвердевания – продолжительность затвердевания в выделенных узлах, элементах (или их сечениях), после чего с использованием критериальных зависимостей анализируется возможность образования дефектов по плотности или структуре. При обнаружении дефектов на любом из этапов выбирают и рассчитывают соответствующие технологические средства воздействия, устраняющие дефекты в выявленных местах отливки.

В настоящее время разработаны специализированные пакеты прикладных программ (ППП) для проектирования определенных групп отливок, получаемых разными методами литья: для ЛВМ – лопатки ГТД и СГТУ, сектора лопаток ГТД (жаропрочные сплавы); для литья слитков в изложницах (жаропрочные сплавы); для литья корпусных отливок (магниевого сплавы) и др. [2–4].

Сдерживающим фактором развития САПР ТП является отсутствие ППП на основе универсальных автоматизированных систем оптимизационного проектирования ТПЛ, базирующихся на методах математической физики с развитыми методическим и программным аппаратами решения технологических задач литья, а также имеющих собственные встроенные графические системы или интерфейс для взаимодействия со стандартными пакетами машинной графики.

Принципиальная структура САПР ТП для гравитационного литья фасонных отливок представ-



Обобщенная схема универсальной САПР ТП фасонного литья

лена на рисунке. Она состоит из двух основных подсистем: геометрической подсистемы I и расчет-

ной II. Взаимодействие между подсистемами осуществляется следующим образом. Вначале в графической подсистеме создаются чертежи проектируемого изделия и его 3D-модель. Далее в генераторе геометрического структурирования по 3D-модели в зависимости от базового расчетного метода осуществляется разбиение отливки и ее участков по заложенному разработчиком принципу, затем формируется граф расчетных объемов. В данном случае в качестве базового принят метод поузлового расчета затвердевания фасонных отливок. Поэтому проектируемая отливка разбивается на узлы и элементы, фиксируются их объемы, а также выделяются поверхности теплообмена с сопряженными элементами, формой и стержнями в соответствии со статьями теплового баланса. Затем в расчетной подсистеме уже решаются задачи по оптимизации параметров технологического процесса литья с учетом способа литья, свойств сплавов и материалов для формообразования фасонной отливки и технологических средств воздействия.

### Литература

1. Неуструев А. А., Моисеев В. С., Смыков А. Ф. Разработка САПР технологических процессов литья. М.: ЭКОМЕТ, 2005.
2. Неуструев А. А., Смыков А. Ф., Денисов А. Я., Латышев М. С., Федосов А. А. Автоматизированное проектирование техпроцессов литья по выплавляемым моделям турбинных лопаток // Литейное производство, 2002. № 7. С. 23–24.
3. Смыков А. Ф., Петров Д. Н., Фоченков Б. А. Автоматизированная разработка технологии производства слитков из жаропрочных сплавов // Литейщик России. 2009. № 11. С. 25–27.
4. Моисеев К. В., Смыков А. Ф., Бережной Д. В. Автоматизированное проектирование системы питания крупногабаритных корпусных отливок из легких сплавов // Технология легких сплавов. М.: ОАО ВИЛС. 2011. № 1. С. 69–72.