

ОПЫТ СОТРУДНИЧЕСТВА КАФЕДРЫ ЛТИХОМ НИТУ «МИСИС» С ПРЕДПРИЯТИЯМИ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВА ОТЛИВОК ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Колтыгин А.В., Белов В.Д., Баженов В.Е., Фадеев А.В., Плисецкая И.В.
НИТУ «МИСиС», г. Москва, misistlp@mail.ru

Ключевые слова: литье, компьютерные технологии, моделирование.

Ситуация в промышленности России за последние десять лет существенно изменилась. Доля инновационно ориентированных предприятий постоянно растет. По этой причине на Российском рынке ощущается спрос на практически ориентированные научные и исследовательские инициативы, который во многом удовлетворяется вузами в силу отсутствия отраслевых НИИ.

Поэтому большую роль в развитии кооперации университетов с литейной отраслью приобретают различные программы Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России), направленные на поддержку совместных проектов вузов с предприятиями России.

Специалистами кафедры ЛТИХОМ НИТУ «МИСиС» выполнялись ранее, выполняются и сейчас работы в сотрудничестве со следующими предприятиями: НПЦ «Авиалит», ПАО «АК Ильюшин», ЗАО «Авиатех», ОАО «ММП им. Чернышева», ПАО «ОДК-Кузнецов», ПАО «АК Рубин» и др. Были выполнены работы по проведению НИОКТР по созданию и внедрению в производство новых технологий получения литых деталей для авиа- и вертолётостроения из алюминиевых, магниевых, титановых и никелевых сплавов. В работах [1, 2] показаны примеры разработки технологии литья отливок «Стойка» и «Теоретический контур» из сплава ВТ20Л методом литья в графитовые формы. Работа была выполнена сотрудниками кафедры ЛТИХОМ и ИЦ «ЛТМ» НИТУ «МИСиС» совместно с работниками ОАО «УМПО» в рамках Постановления Правительства РФ №218 от 9 апреля 2010 г. «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства, в рамках подпрограммы «Институциональное развитие научно-исследовательского сектора» государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013-2020 годы» (3 очередь). В данной работе использовали математическое моделирование процесса литья и затвердевания тонкостенной (4 мм), крупногабаритной отливки (более 1000 мм) в форме из высокотеплопроводного материала.

Также была выполнена работа совместно с ПАО «ОДК-УМПО» в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 гг.» (мероприятие 2.7) [3], в которой, с помощью программы ProCast были рассмотрены различные варианты литниково-питающих систем для производства литых лопаток из сплава алюминид титана TNM-B1. Особенность данной работы заключалась в том, что рассчитать свойства этого сплава в программе ProCast или найти их в литературе не удалось. Для получения адекватных результатов моделирования были экспериментально определены теплофизические свойства сплава TNM-B1 методами дифференциально сканирующей калориметрии (DSC), лазерной вспышки (LFA) и дилатометрии (DIL). Анализ распределения пористости в залитых лопатках показал, что результаты моделирования хорошо согласовывались с результатами заливки.

Одной из задач литейного производства является повышение выхода годного, который можно увеличить изготовлением как можно большего числа отливок за одну плавку. В работах [4, 5] эти задачи были успешно решены на примере литья рабочих лопаток и сопловых блоков из никелевого сплава ЖС6У. Была разработана литниково-питающая система, позволяющая

производить заливку форм большой металлоёмкости (до 48 лопаток или до 6 сопловых блоков). Работа была выполнена совместно с ПАО «ОДК-УМПО» и ФГБОУВО «УГАТУ» в рамках Постановления Правительства РФ №218 (6 очередь).

Успешное выполнение крупных научных и технологических проектов невозможно без использования современных технологий. Для решения задач по компьютерному моделированию литейных процессов могут быть использованы такие зарубежные программы как Magmasoft, Procast, Flow-3d, а также отечественные разработки – POLYGON и LVMFlow, реже для этих целей используется Российская программа FlowVision. На кафедре ЛТиХОМ успешно применяется программа ProCast. А для быстрого получения качественных литых изделий без длительных процессов подготовки производства применяют технологии быстрого прототипирования (Rapid Prototyping) или RP-технологии [6]. Перспективным направлением использования технологии трехмерной печати в литейном производстве является выращивание литейных форм по компьютерным моделям без применения модельной оснастки. Эти формы сейчас широко используются на литейных предприятиях на стадии отработки литейной технологии и при изготовлении штучных отливок ответственного назначения. Производственная цепочка компьютерной разработки технологии завершается оптической оцифровкой конечного литого изделия. С помощью комплекса оптической оцифровки можно контролировать геометрические размеры и поверхности отливок (или деталей), а также получать компьютерные модели по имеющимся физическим телам. В МИСиС используется система ATOS (GOM).

Опыт такой организации производственных процессов показал, что при правильном применении компьютерные технологии способны значительно сократить материальные, финансовые и временные затраты на производство отливок и получать продукцию с заранее заданными свойствами, что открывает широкие возможности к созданию более совершенных литых деталей ответственного назначения.

Можно утверждать, что в современных условиях производство отливок ответственного назначения на уровне, обеспечивающем конкурентоспособность литейного предприятия невозможно без широкого применения методов компьютерного моделирования, при условии использования точных данных о теплофизических свойствах моделируемых материалов и граничных условиях моделирования для получения адекватных результатов моделирования.

Список литературы

1. Фадеев А.В., Баженов В.Е., Белов В.Д., Петровский П.В., Павлинич С.П., Аликин П.В. Особенности изготовления тонкостенных отливок газотурбинного двигателя из титановых сплавов методом безмодельной технологии // Литейщик России. 2014. № 2. С. 23–26.
2. Фадеев А.В., Белов В.Д., Баженов В.Е., Колтыгин А.В., Петровский П.В., Санников А.В., Никитина А.А., Павлинич С.П., Аликин П.В. Особенности изготовления крупногабаритных тонкостенных отливок газотурбинного двигателя из титановых сплавов по безмодельной технологии // Литейщик России. 2014. № 9. С. 14–19.
3. Фадеев А.В., Баженов В.Е., Колтыгин А.В. Совершенствование технологии литья лопаток авиационных газотурбинных двигателей из сплава TiNiAl в условиях индукционной тигельной плавки // Изв. вуз. Цветная металлургия. 2014. № 6. С. 28–33.
4. Фадеев А.В., Баженов В.Е., Колтыгин А.В., Белов В.Д., Ефремов А.А., Павлинич С.П. Разработка литниково-питающей системы с увеличенным объемом литейной формы для литья лопаток // Литейное производство. 2017. № 12. С. 13–17.
5. Фадеев А.В., Баженов В.Е., Колтыгин А.В., Белов В.Д., Деменов О.Б., Павлинич С.П., Носенко Т.С. Разработка литниково-питающей системы повышенной металлоёмкости для литья сопловых блоков из сплава ЖС6У // Литейное производство. 2019. № 1. С. 27–31.
6. Моисеев В.С., Бобрышев Б.Л., Попков Д.В., Кошелёв О.В., Моисеев К.В. Применение наукоёмких технологий при освоении корпусного литья из магниевых сплавов для ЗУР ЗРК С-400 «Триумф» // Вестник концерна ВКО «Алмаз-Антей». 2018. № 2. С. 65–74.

Сведения об авторах

Колтыгин Андрей Вадимович, канд. техн. наук, доцент. Область научных интересов: литейное производство черных и цветных сплавов, моделирование литейных процессов.

Белов Владимир Дмитриевич, д-р техн. наук, заведующий кафедрой. Область научных интересов: производство на базе инновационных литейных технологий литых деталей из сплавов цветных и черных металлов для металлургической, авиационной, автомобильной и машиностроительной отраслей.

Баженов Вячеслав Евгеньевич, канд. техн. наук, доцент. Область научных интересов: литейное производство черных и цветных сплавов, биоразлагаемые сплавы, кристаллизация и фазовые превращения, моделирование литейных процессов.

Фадеев Алексей Владимирович, старший преподаватель. Область научных интересов: титановые сплавы, литейное производство.

Плисецкая Инга Викторовна, канд. техн. наук, ассистент. Область научных интересов: магниевые сплавы, литейное производство.

EXPERIENCE OF COOPERATION OF THE FOUNDRY DEPARTMENT NUST “MISIS” WITH THE AEROSPACE COMPANIES IN IMPROVING THE PRODUCTION OF CRITICAL CASTINGS

Koltygin A.V., Belov V.D., Bazhenov V.E., Fadeev A.V., Plisetskaya I.V.

¹NUST “MISiS”, Moscow, Russia

Keywords: casting, computer aided technology, simulation.

In modern conditions, the production of critical castings at a level that ensures the competitiveness of a foundry is impossible without the widespread use of computer modeling methods. With the correct application, computer technologies can significantly reduce the material, financial and time costs for the production of castings and obtain products with predetermined properties, which opens up wide opportunities for the creation of more advanced cast parts for critical purposes.