

УДК 621.74

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ PROCAST ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЗАЛИВКИ И ЗАТВЕРДЕВАНИЯ РАБОЧИХ ЛОПАТОК**

Валентин Александрович Кателин

*Магистр 2 года,  
кафедра «Машины и технологии литейного производства»  
Московский политехнический университет*

*Научные руководители: К.А. Батышев,  
доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии обработки материалов»  
В.П.Монастырский,  
доктор технических наук, профессор кафедры «Машины и технологии литейного  
производства», Московский политехнический университет*

Проектирование технологических процессов литья из никелевых сплавов невозможно представить без использования различных систем автоматизированного моделирования литейных процессов [1,2].

Для моделирования литейного процесса заливки и затвердевания блока рабочих лопаток ТНД использовали программу ProCAST. Построение «сетки» проводилось в NX Unigraphics.

Программа NX широко используется в машиностроении, особенно в отраслях, выпускающих изделия с высокой плотностью компоновки и большим числом деталей (энергомашиностроение, газотурбинные двигатели, транспортное машиностроение и т. п.) и/или изготавливающих изделия со сложными формами (авиационная, автомобильная отрасли и т. п.). В частности, по состоянию на 2016 год, эту систему используют такие крупные компании, как ММПП «Салют», «ОКБ им. Сухого», «МВЗ им. Миля», «ГКНПЦ им. Хруничева», «Авиадвигатель», ГП «Антонов» и ряде других.

Программа ProCAST – это профессиональное решение для компьютерного моделирования всех литейных процессов, встречающихся как на отечественных, так и на зарубежных производственных площадках. Система базируется на методе конечных элементов, что обеспечивает высокую точность описания геометрии отливки и формы расчетной модели [3], учет большинства процессов теплового, кристаллизационного, металлургического, напряжено-деформированного характера.

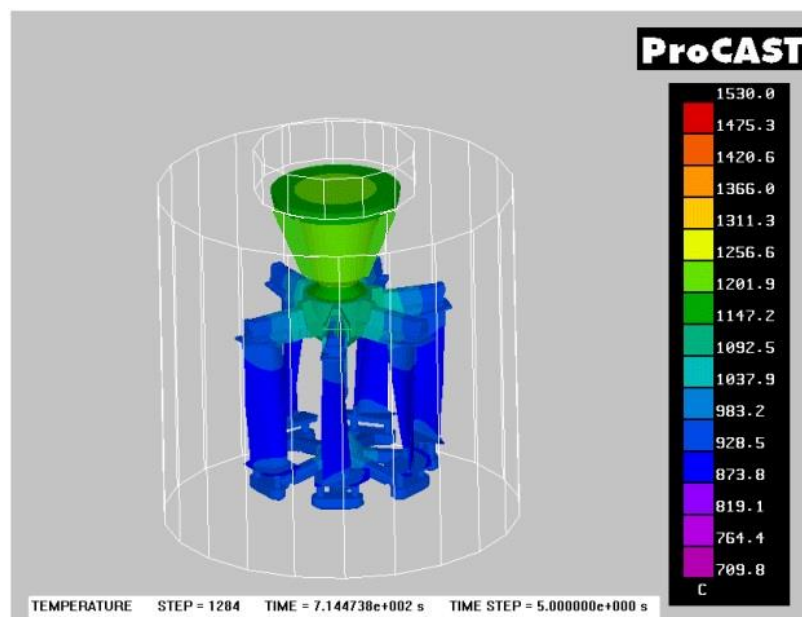


Рис. 1. Распределение температур по программе ProCAST.

Исходными данными для моделирования литейного процесса были:

- толщина керамической оболочки – 8 мм;
- прокалка перед заливкой – в камерной электропечи (1050-1055°C);
- заливка в плавно-заливочной установке УППФ;
- температура муфеля - (1070±5) °С;
- время перемещения формы из прокалочной печи под заливку – 30 сек;
- время выдержки формы в муфеле в вакууме до заливки – 7 мин;
- температура заливки металла в форму – (1530±5) °С;
- выдержка в муфеле после заливки – не менее 5 мин; выдержка в термостате с температурой – (900±50) °С – не менее 1 час.

По результатам моделирования отливок в системе ProCAST (рис. 1) видно, что температуры в отливке распределены достаточно равномерно, что уменьшает вероятность образования дефектов в лопатках. Быстрее всех начинает застывать самая тонкая часть отливки – выходная кромка лопатки, далее затвердевание протекает по всему профилю пера лопатки и переходит в замок лопатки, после чего затвердевают более массивные части литниковой системы и питатели. В последнюю очередь застывает литниковая чаша. Тем самым реализуется рациональный процесс направленного затвердевания от тонких участков к массивным.

Вывод: из выше перечисленного следует, что производство качественных отливок в авиастроении сегодня невозможно без использования современных компьютерных программ.

### Литература.

1. Проектирование и производство заготовок: Учебник / Батышев А.И., Батышев К.А., М.: Изд-во МГОУ, 2013 – 248 с.
2. Традиционные и перспективные технологические процессы в машиностроении. Учебник / Черепашин А.А., Кузнецов В.А., Исин Д.К., Батышев К.А и др. - Караганда: Изд-во КарГТУ, 2016. – 481 с.
3. Батышев К.А., Прохоров А.А., Семенов К.Г., Безпалько В.И. Анализ применения современных измерительных комплексов для получения качественных отливок // Современные материалы, техника и технологии, 2017, №1, С. 32 – 36.