

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕГКОСПЛАВНЫХ ДИСКОВ ПО ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ПОД НИЗКИМ ДАВЛЕНИЕМ.**

**Косович А.А.<sup>1</sup>, Партыко Е.Г.<sup>1</sup>, Богданова Т.А.<sup>2</sup>, Ермолаев А.В.<sup>2</sup>,  
Мельников С.В.<sup>2</sup>, Титаренко П.Е.<sup>2</sup>.**

**Научные руководители д-р техн. наук, проф. Довженко Н.Н., канд. техн. наук, доцент Гильманшина Т.Р.**

<sup>1</sup>*«Сибирский федеральный университет», Красноярск (Россия)*

<sup>2</sup>*ООО «КиК», Красноярск (Россия)*

Высокое качество легкосплавных дисков является важнейшим условием обеспечения необходимых эксплуатационных характеристик конечного продукта и его конкурентоспособности. Готовые диски должны прослужить длительное время в составе конструкции сложных устройств и механизмов, стабильно сохраняя требуемый уровень механических свойств под воздействием механических нагрузок, атмосферных и других факторов.

В настоящее время сложность технологии изготовления легкосплавных дисков требует от производителя не только постоянного её совершенствование, но и компетентности на стадии проектирования и разработки. В этих условиях чрезвычайно ценной представляется возможность предварять запуск диска в производство компьютерным моделированием, для осуществления анализа и оптимизации технологии литья с помощью виртуальной модели. Для подробного рассмотрения подобных перспективных возможностей выбран программный пакет ProCAST компании ESIGroup, так как он позволяет решать практически любые технологические задачи, связанные с литьем металлов.

В качестве основных задач диагностики технологии производства легкосплавных дисков, поддающихся решению при помощи имеющегося программного пакета, нами выделены: процесс заливки, процесс кристаллизации, анализ теплообмена и образования пористости.

### **Моделирование заливки расплава и анализ теплообмена**

Для воспроизведения условий промышленного производства проведено моделирование рабочих циклов пресс-формы до её выхода на установившийся температурный режим. В процедуре заполнения формы металлом решалась тепловая и гидродинамическая задачи. Важно было установить время заполнения металлом пресс-формы, наличие переохлаждённых и перегретых зон в форме, а, следовательно, зон с затрудненной усадкой.

Как видно на рис. 1, время заливки пресс-формы составляет 13,7 сек, что обеспечивает равномерность заполнения, без преждевременной кристаллизации и турбулентных потоков расплава.

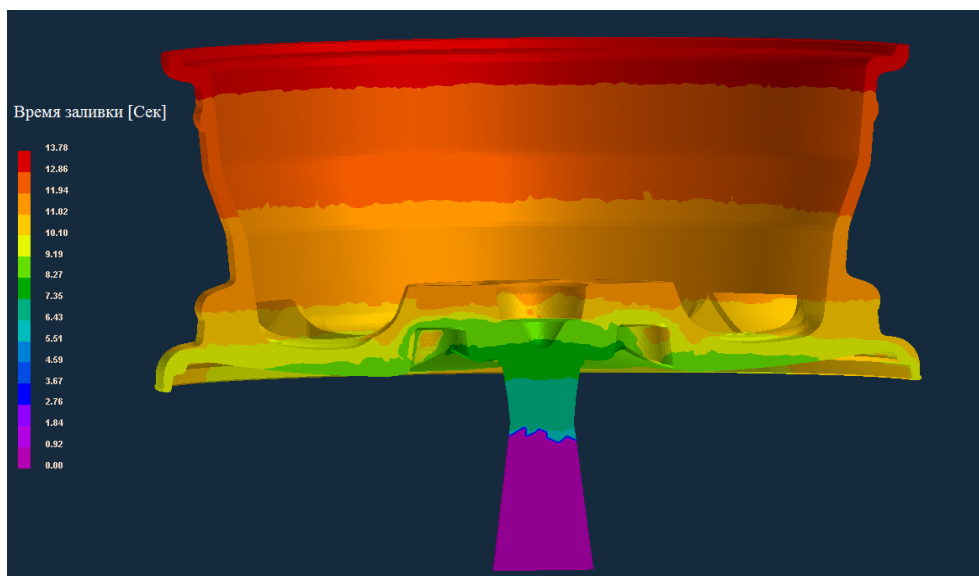


Рис. 1. График заливки формы от времени

Результаты теплового расчета заливки диска (рис. 2) показали, что среднее падение температуры за время заливки (13,7 сек) составляет 90-100 °С и сохраняется от промежуточной стадии (рис.2, а) до завершающей стадии (рис.2, б), поскольку уже поступивший в форму металл не успевает заметно охладиться в силу внесения дополнительного тепла вновь поступающими в полость пресс-формы порциями расплава. Анализ температурного поля модели в процессе и на момент окончания заливки не выявил наличия проблемных зон локального перегрева или же преждевременной кристаллизации [1].

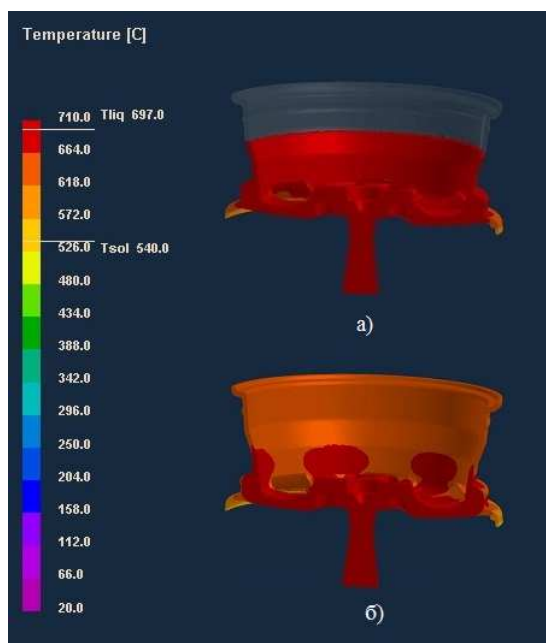


Рис.2. Результат решения в ProCAST тепловой задачи для процесса заливки диска: а – температура в диске через 9 секунд от начала заливки; б – температура по завершению заливки на 13,7 секунде.

### Моделирование образования пористости

Возникновение пористости в отливке связано с процессом усадки и проблемами подпитки отдельных зон отливки при кристаллизации (рис. 3). Расчет пористости тесно связан с прогнозированием «горячего» растрескивания, к которому пористость и может привести при появлении деформаций и внутренних напряжений. Система находит и отмечает зоны наиболее вероятного появления таких дефектов.

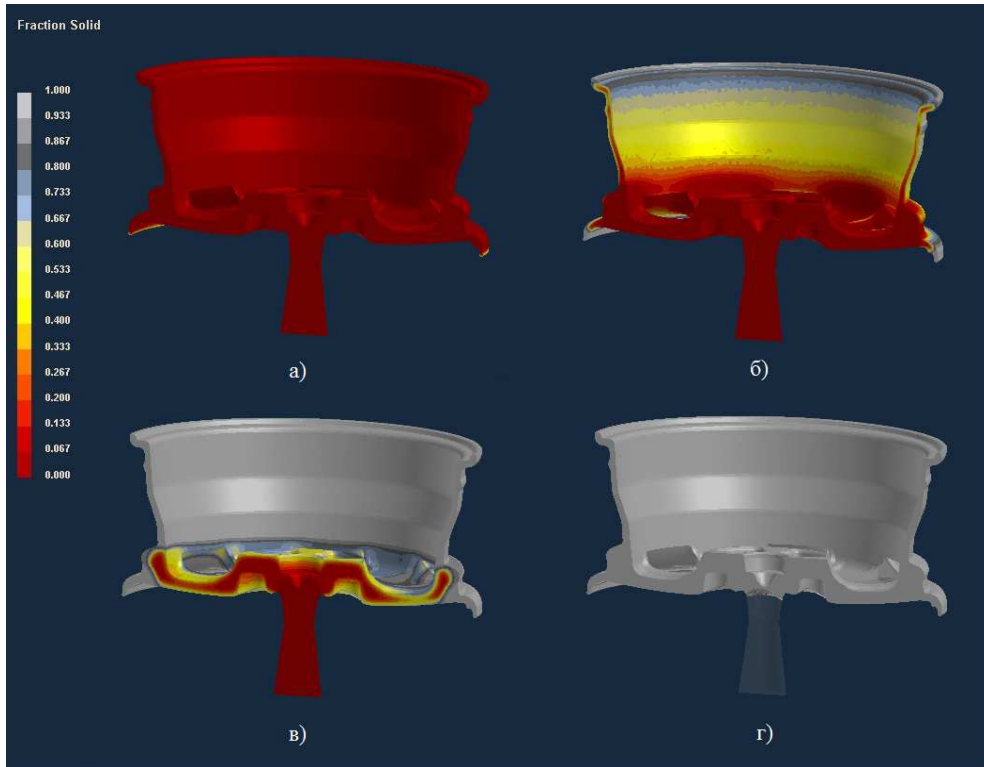


Рис.3. Результат решения в ProCAST процесса кристаллизации диска: а – начало кристаллизации диска; б – спустя 15 секунд от начала кристаллизации; в – спустя 55 секунд от начала кристаллизации; г – завершение кристаллизации на 130 секунде от начала.

Как видно на рис.4, образование пористости является сосредоточенным в области внутренней закраины, хампа и в спицах в тепловом узле спица-ступица. Это связано в первую очередь с локальным утолщением в районе закраины и хампа колеса и недостаточной подпитки металла в этой области, а также отсутствием принудительного охлаждения. Данная пористость является незначительной и не критичной для готового изделия.

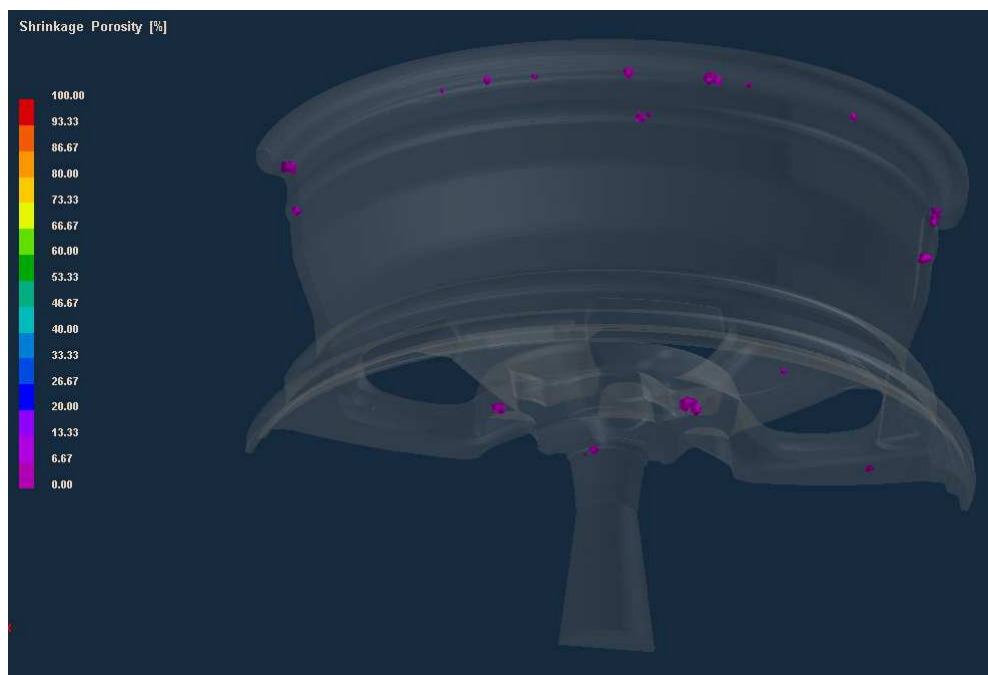


Рис.4. Результат решения в ProCAST образования пористости.

Таким образом, определив места концентрации дефектов и причину их образования, можно разработать наиболее эффективный комплекс мер для их устранения. В данном случае, в качестве варианта решения проблемы, можно предложить увеличение питания проблемных зон, путем утолщения сечения, а также повысить интенсивность обдува зон принудительного охлаждения.

#### **Заключение.**

Из рассмотренных выше примеров компьютерного моделирования, применительно к конкретным задачам производства легкоплавких дисков, следует, что подобные программные комплексы позволяют:

- установить оптимальное сочетание режимов литья, исключающее дефекты отливки, связанные с технологическими и конструктивными решениями;
- снизить риски при выборе новой технологии производства;
- максимально сократить пробные партии в цикле производства;
- подобрать оптимальную работу зон охлаждения;
- подобрать оптимальную конструкцию пресс-формы;
- повысить конкурентоспособность предприятия, за счёт повышения качества конечного продукта и снижения производственных расходов.

Таким образом, ясно видны значительные преимущества использования компьютерного моделирования в различных отраслях промышленности, как на стадии проектирования и разработки новой продукции, так и при анализе и оптимизации уже имеющегося производства.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бойтман О.А, Монастырский А.В, Иванов И.А, Мальгинов А.Н, Макарычева Е.В, Сараев Д.Ю. Компьютерное моделирование процессов формирования крупных стальных кузнечных слитков // Литейщик России – 2011. –№ 10.