

## Компьютерное моделирование литейных процессов

Необходимость использования при решении технологических и конструкторских задач специализированных программных пакетов для проведения инженерных расчетов сегодня мало у кого вызывает сомнения. Вопрос в том, какая именно программа наилучшим образом подходит для задач конкретного производства. При решении этого вопроса необходимо учитывать целый ряд критериев: цену программного комплекса и его окупаемость, круг решаемых производственных задач, возможность комплексного освоения программы специалистами, уровень технической поддержки. В данной статье рассматривается пример решения тестовой задачи отработки литейной технологии для Улан-Удэнского локомотивовагоноремонтного завода.

Улан-Удэнский локомотивовагоноремонтный завод – филиал ОАО «Российские железные дороги» – самое мощное, сложное и универсальное предприятие по ремонту подвижного состава и производству запасных частей, единственное производство такого рода в азиатской части России. В настоящее время на заводе сложилось три основных производства: локомотивовагоноремонтное, вагоноремонтное и литейно-механическое. Завод ремонтирует электровозы переменного тока, пассажирские вагоны, изготавливает запасные части для железных дорог и заводов ОАО «РЖД».

Для тестовой задачи была выбрана отливка «Втулка», изготавливаемая методом литья в песчано-глинистой форме из стали 20ГЛ (рис. 1). Моделирование задачи проводилось в программном комплексе ProCAST (разработчик ESI-Group, Франция).

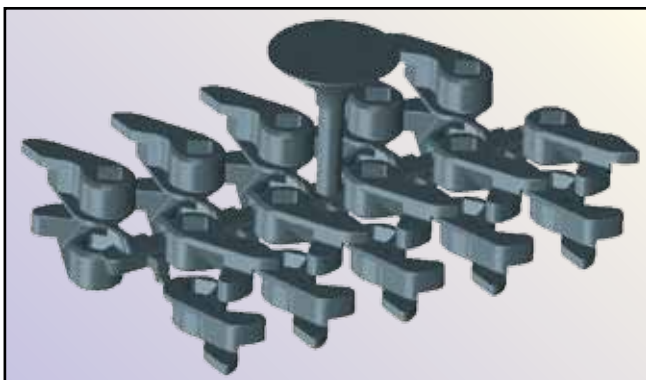


Рис. 1. Геометрия отливки «Втулка» с литниково-питающей системой

По технологии изготовления в одной форме отливаются одновременно 20 отливок, геометрия куста несимметрична, поэтому при выполнении данной задачи невозможно было упростить модель и провести расчет ее половины или четверти. Несмотря на отсутствие упроще-

ний время численного решения в ProCAST полной модели на современном двухядерном компьютере составило около 10 часов, что является приемлемым результатом.

Моделирование для данной технологии включает решение стандартных в таких случаях задач анализа процессов заполнения полости формы металлом, кристаллизации сплава и образования усадочных дефектов, охлаждения отливки в форме. Кроме вышеперечисленных программный комплекс ProCAST предоставляет возможность решения узкоспециализированных задач, таких как расчет напряженно-деформированного состояния отливки, микроструктуры, размеров и направления роста зерен, обратный (инверсный) расчет для определения начальных условий процесса по полученным экспериментальным данным (например, теплопроводность, теплоемкость формовочной смеси или сплава).

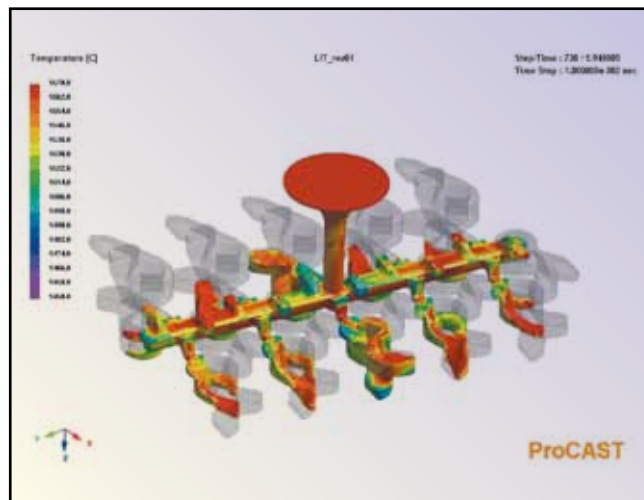


Рис. 2. Картина заполнения формы расплавом. Распределение температуры (°C) на 6-й секунде заливки

Анализ заполнения формы (рис. 2) позволяет выявить эффективность литниковой системы, определить дефекты по недоливу, холодному спаяу, места с высокой скоростью течения и возможностью размыва формы или стержня. В нашем примере анализ показал, что заполнение имеет спокойный характер, без всплесков, следовательно, в отливке маловероятно образование газовых пор и песчаных засоров.

Исследование характера кристаллизации отливки позволяет технологу-литейщику увидеть то, что раньше было скрыто от него в форме: характер затвердевания сплава, образующиеся тепловые узлы в отливке, эффективность питания прибылей. На рис. 3 можно увидеть тепловые узлы в отливке, которым недостаточно питания жидким металлом.

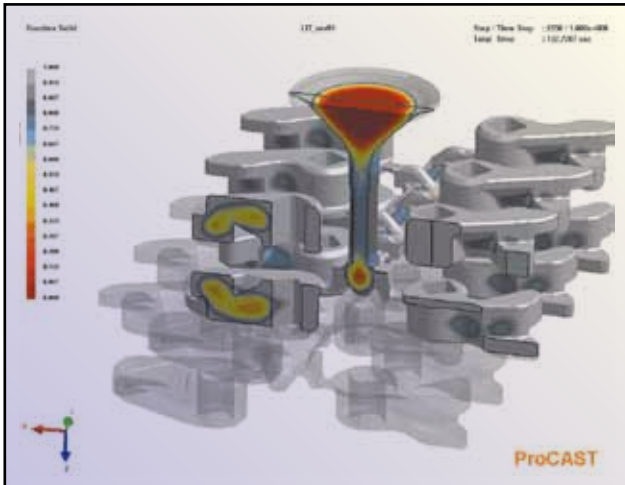


Рис. 3. Кристаллизация сплава в сечении отливки

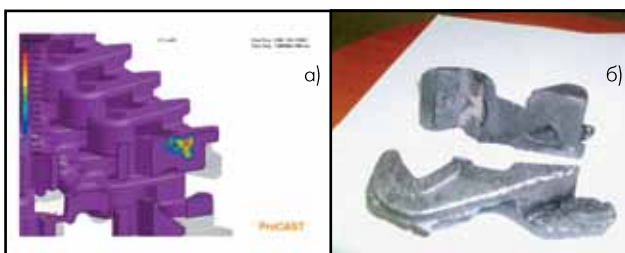


Рис. 4. Усадочные дефекты в отливке:  
а) расчет в ProCAST; б) опытная партия отливок

На рис. 4а показана усадочная картина в отливке. В центре теплового узла, удаленного от литниковой системы, образуется усадочная раковина с распределенной усадочной пористостью, направленной к фланцу отливки. Результаты расчета по усадочным дефектам подтверждаются экспериментальными данными, для выявления дефектов разрезалось несколько отливок из пробной партии (рис. 4б).

После такого расчета необходимо провести оптимизацию технологии (изменить место подвода металла, оптимизировать литниково-питающую систему, подобрать температуру заливки и/или температуру нагрева формы, при необходимости установить холодильники). Естественно, все эти варианты можно сначала опробовать в виртуальном пространстве без излишних трат на изготовление моделей и форм, затрат на электроэнергию и плавку металла для пробных партий отливок.

По результатам тестового расчета в ProCAST была выявлена высокая сходимость результатов моделирования с цеховыми данными, программный комплекс был рекомендован к приобретению на Улан-Удэнском локомотивагоноремонтном заводе для дальнейшего использования в литейном производстве.

**А. Абдуллин, инженер технической поддержки,  
компания "Делкам-Урал"**

06-08 ОКТЯБРЯ 2010

**CAD**  
*review*  
2010

ВЕДУЩЕЕ СОБЫТИЕ В МИРЕ САПР

7-ая Конференция  
**«CADreview VIP. Технологии САПР – 2010»**

WWW.CADREVIEW.RU