

Некоторые примеры применения компьютерных технологий в литейном производстве

А.А. Абрамов
(ФГУП ЦНИИМ», г. Санкт-Петербург)

Компьютерные технологии начали широко использоваться в передовых отраслях техники еще в 60-70-е годы прошлого столетия, когда на предприятиях организовывались вычислительные центры, оснащенные большими вычислительными машинами. В этот период проводились работы по моделированию аэродинамических, гидродинамических процессов, сложные прочностные расчеты, разрабатывались и применялись управляющие программы. Но наиболее активно компьютерные технологии стали применяться с массовым появлением персональных компьютеров.

Литейщики, к сожалению, одними из последних обратились к такому мощному средству совершенствования технологии как компьютерное моделирование и компьютерное проектирование. В то же время трудами отечественных ученых, таких как Г.Ф. Баландин, А.И. Вейник, Н.Г. Гиршович, Б.Б. Гуляев, достаточно подробно изучены и освещены в технической литературе в аналитической форме тепловые и усадочные процессы, происходящие при формировании отливки. В справочной литературе можно найти многочисленные рекомендации по анализу технологичности отливок, по правильному расположению отливки в форме, расчету литниково-питающих систем и другим технологическим приемам, которые легко поддаются формализации. Однако, как уже отмечено выше, литейщики только сейчас начали активно применять компьютерные технологии.

Компьютерные технологии в литейном производстве могут решать несколько важных задач:

- моделирование формирования отливки в форме – система анализа (заполнение, затвердевание, усадка, прогноз размыва формы, прогноз пригара, прогноз механических свойств в отливке);
- автоматизированное проектирование литейной технологии – система синтеза (выбор положения отливки в форме, выбор места подвода металла, форма и размер питателей, расположение и величина прибылей и др.);
- проектирование литейной технологии и литейной оснастки в CAD-системе с последующим изготовлением оснастки на станках с ЧПУ;
- системы быстрого прототипирования;
- компьютерное управление технологическим оборудованием.

Наиболее востребованными и применяемыми из перечисленных технологий являются моделирование формирования отливки, проектирование литейной технологии и литейной оснастки в CAD-системе с последующим изготовлением оснастки на станках с ЧПУ и компьютерное управление технологическим оборудованием.

Что касается системы синтеза литейной технологии, то, очевидно, это следующий и довольно сложный этап внедрения компьютерных технологий в литейное производство. Однако, при всем многообразии способов литья и специфике тех или иных литейных предприятий, нет оснований ожидать в ближайшее время создания универсальной системы синтеза; скорее всего

каждому литейному предприятию придется создавать систему синтеза самостоятельно.

Быстрое прототипирование, без сомнения, прогрессивная технология. Однако, в настоящее время непосредственно в серийном производстве эта технология не находит применения из-за ее специфики и дороговизны.

Далее приводятся несколько примеров использования компьютерных технологий при подготовке производства.

Первый пример касается использования системы компьютерного моделирования литейных процессов (САМ ЛП) «Полигон» при отработке технологии литья под низким давлением диска автомобильного колеса из алюминиевого сплава марки А356 (рис 1).

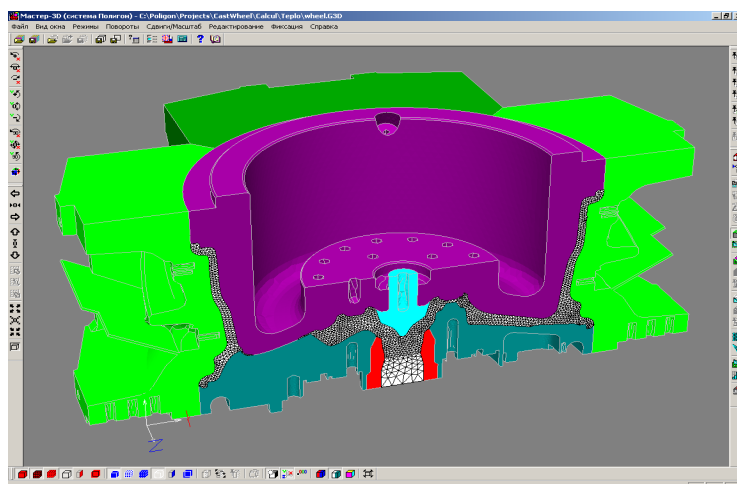


Рис. 1 Конечно-элементная геометрическая модель отливки и формы

Для начала исследовали процесс разогрева формы заливками металла для выявления количества циклов, необходимых для выхода процесса на стационарный режим (рис. 2). Выявлено, что на рабочий режим система отливка-кокиль выходит на седьмой заливке. При установившемся режиме литья максимальная температура формы $520-530^{\circ}\text{C}$ в месте соединения спицы с ободом; минимальная температура $350-360^{\circ}\text{C}$ в верхней части обода. Продолжительность цикла на установившемся режиме составляет 300 с.

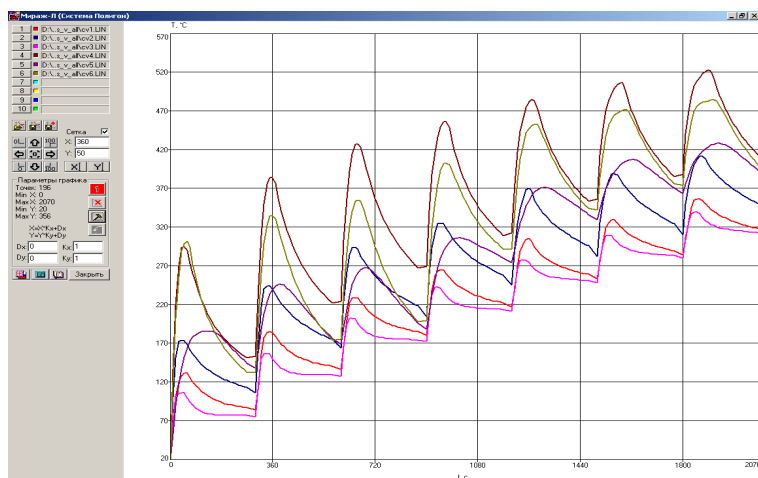
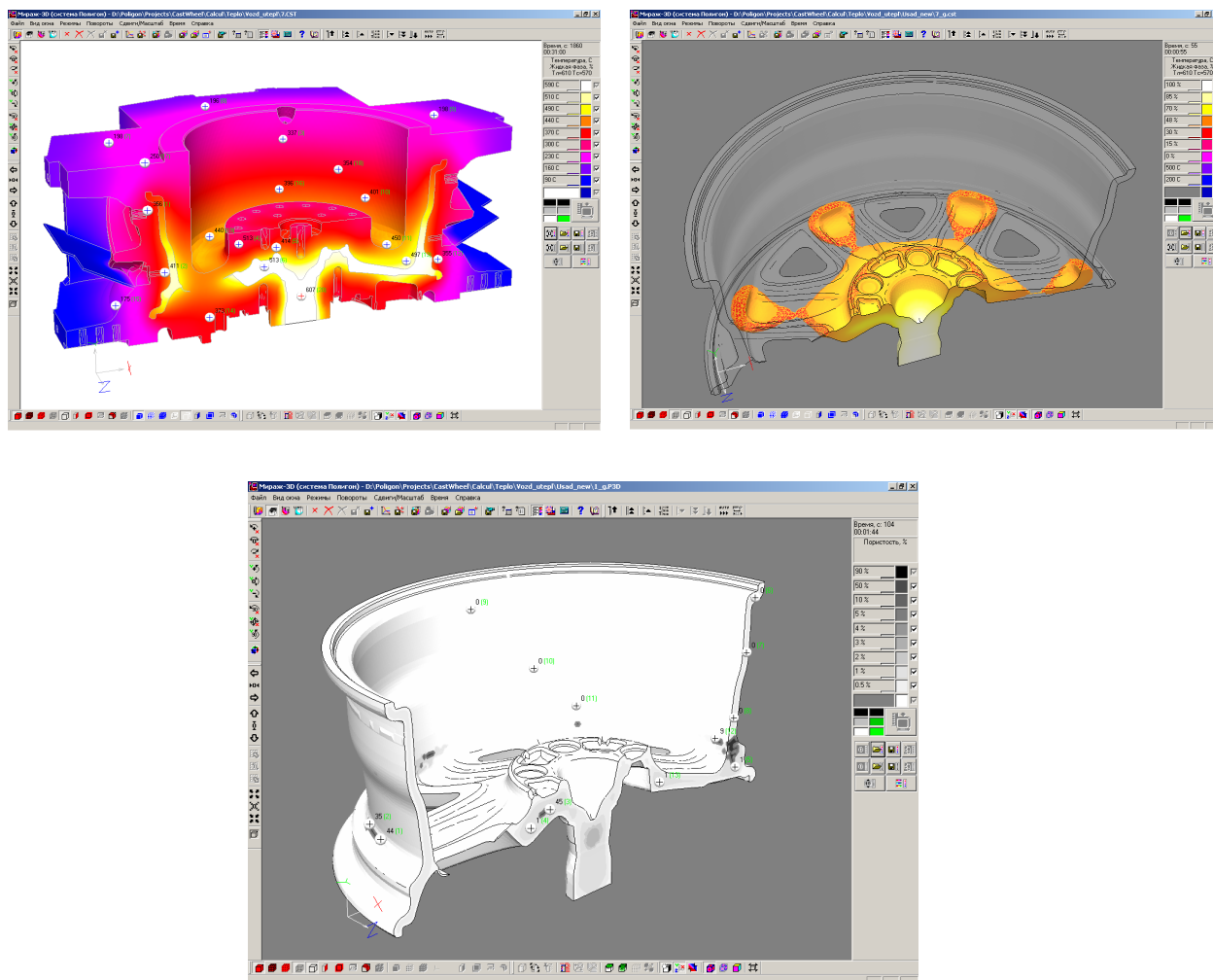


Рис. 2 Циклограмма процесса литья

Несмотря на наличие сложной системы охлаждения формы и давления при затвердевании отливки (все это было учтено при моделировании), распределение температур в отливке при затвердевании не благоприятное, что приводит к образованию изолированных от питания зон в районе перехода спиц к ободу и формированию в этих зонах пористости порядка 11 % (Рис. 3).

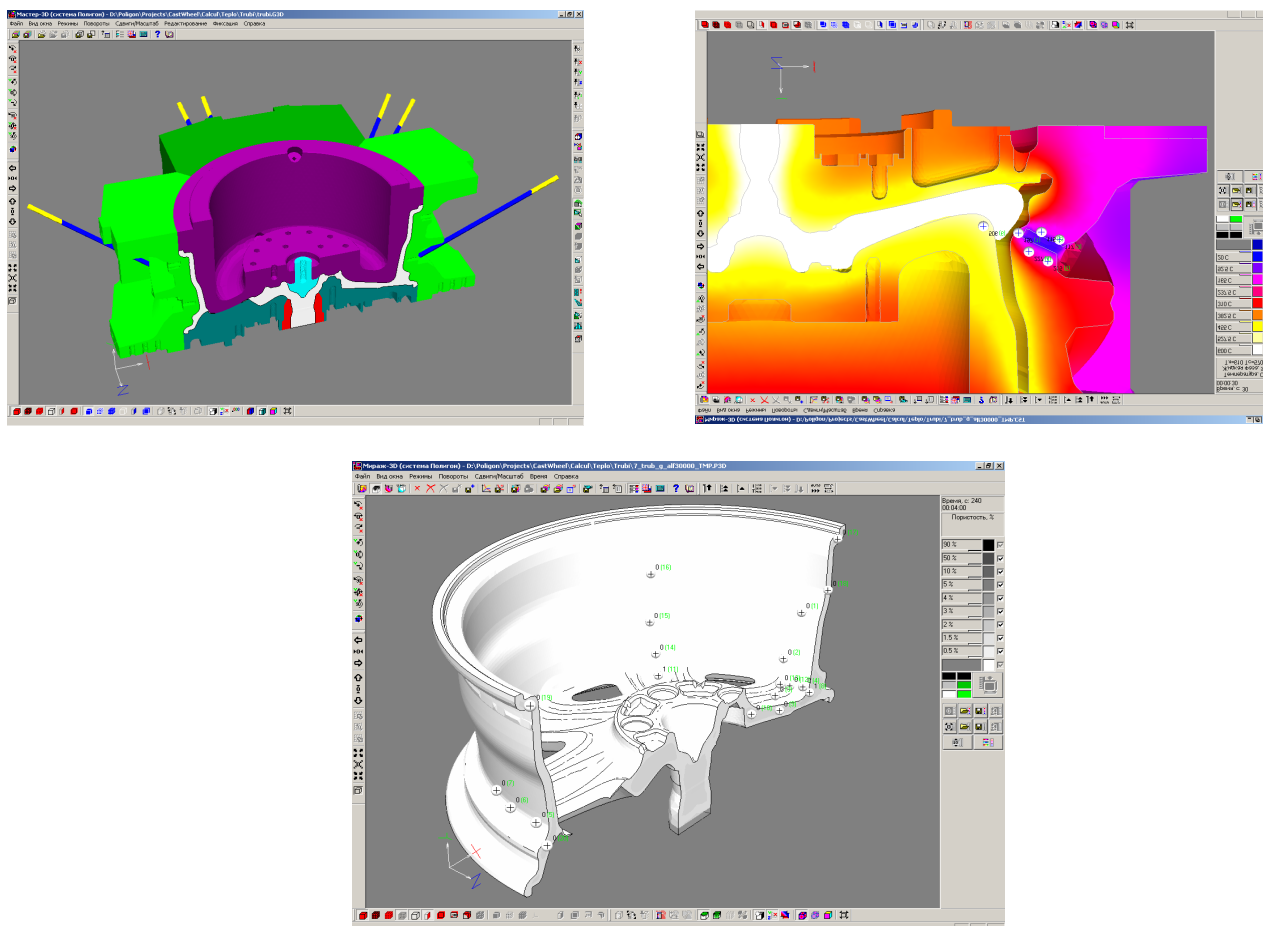


В

Рис. 3 Затвердевание отливки в форме на 60-й секунде (а), изолированные от питания зоны (б), распределение усадки в этих зонах (в).

Проблема может быть решена дополнительным захолаживанием теплового узла в зоне перехода спицы в обод, например, за счет установки тепловых труб (рис. 4а). С помощью тепловых труб удастся довольно эффективно отводить тепло от проблемной зоны отливки, что обеспечивает направленность затвердевания отливки от периферии к металлопроводу (рис. 4 б). При этом пористость по всей отливке не превышает 1%. Аналогичный результат может быть получен при оформлении наружных стенок обода отливки графитовыми вставками в форму.

Приведенный пример демонстрирует широкие возможности компьютерного моделирования, в частности возможности СКМ ЛП «Полигон», для поиска нетривиальных технических решений при отработке технологии получения бездефектных отливок.



В

Рис. 4 Схема установки тепловых труб (а), поле температур в зоне установки тепловой трубы (б), распределение усадки в сечении отливки (в).

Второй пример относится к использованию компьютерной технологии при проектировании оснастки и изготовлении её на станках с ЧПУ.

Технология предусматривает следующие этапы:

1. Построение трёхмерной компьютерной модели отливки;
2. Согласование чертежа отливки с заказчиком;
3. Компьютерное проектирование литейной технологии;
4. Оптимизация литейной технологии с использованием СКМ ЛП «Полигон»;
5. Создание 3D моделей элементов литейной оснастки;
6. Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ;
7. Обработка формообразующих поверхностей на станках с ЧПУ по 3D моделям оснастки;
8. Сборка литейной оснастки.

Технология может успешно применяться при изготовлении оснастки для литья по выплавляемым моделям, литья по газифицируемым моделям, литья в кокиль, для изготовления моделей из алюминия или полимера, изготовления металлических стержневых ящиков.

На рис. 5а приведена восковая модель сложного корпуса габаритами 250x250x250 мм и пресс-форма для изготовления этой модели. Пресс-форма спроектирована и изготовлена за 2 месяца; отливки получены с первого предъявления без какой-либо доводки оснастки.

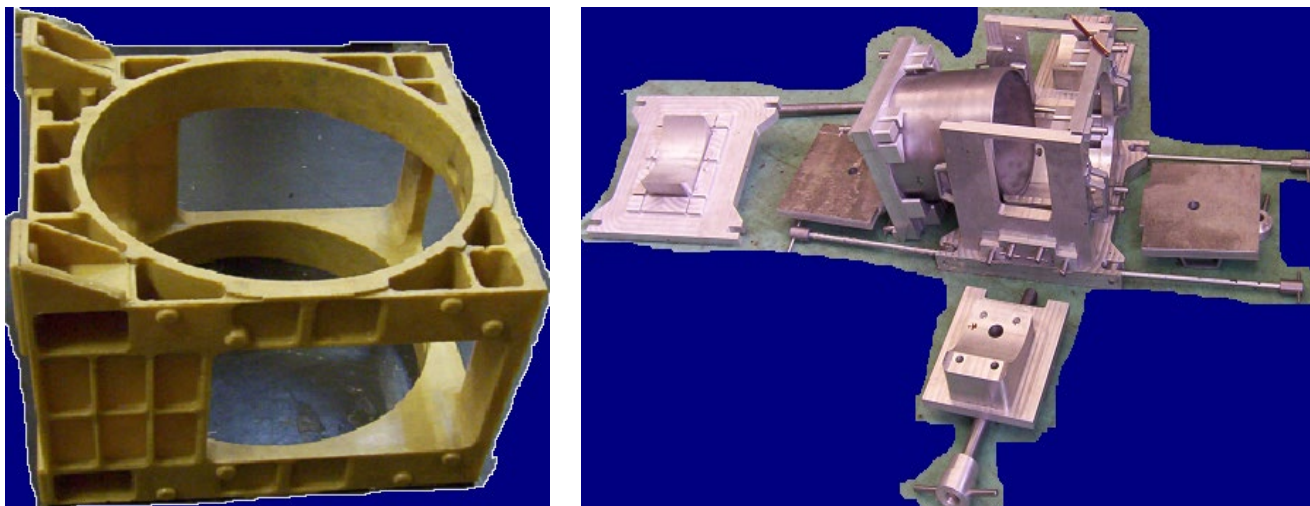


Рис. 5 Пресс-форма и восковая модель детали «Корпус»

Другой пример – изготовление червячного сектора радиусом 300 мм (рис. 6), пресс-форма для которого спроектирована и изготовлена за 3 недели, а отливка получена также с первого предъявления.

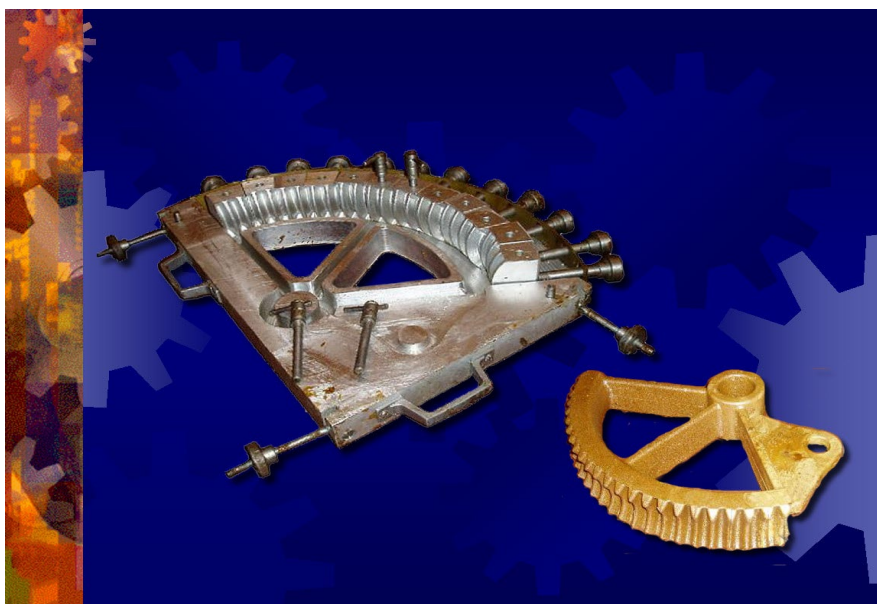


Рис. 6 Пресс-форма и восковая модель детали «Червячный сектор»

Накопленный опыт использования компьютерной технологии проектирования и изготовления литейной оснастки дает основание сформулировать основные преимущества этой технологии:

- 1.Сокращение сроков за счёт устранения «бумажной» стадии на этапе проектирования;
- 2.Возможность оптимизации литейной технологии на этапе проектирования за счёт применения системы компьютерного анализа (СКМ ЛП «Полигон»);
- 3.Сокращение количества элементов оснастки за счёт возможности получения сложнопрофильных поверхностей в одном элементе
- 4.Получение оснастки с высокими точностью и качеством поверхности, что устраняет трудоёмкую стадию ручной доводки

По затронутым в статье проблемам можно обратиться к автору по телефону (812) 274-53-82

