

С.В.Жеглов, А.Е.Цыбин, А.А.Щетинин (Воронежский государственный технический университет), А.С.Грибанов, Ю.Н.Савельев (Воронежский механический завод), М.Д.Тихомиров (ООО «Фондрикад», г. Санкт-Петербург)

ВЛИЯНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА АДЕКВАТНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОРИСТОСТИ В СКМ ЛП «ПОЛИГОНСОФТ

Труды 4-й международной научно-практической конференции «Прогрессивные литейные технологии» под ред. проф. Белова В.Д. – М.: ИД Медпрактика – М, 2007, 280 с. С. 177-180.

В настоящее время применение систем компьютерного моделирования (СКМ) при подготовке литейного производства становится стандартной процедурой, обеспечивающей возможности снижения временной и материальной составляющей техпроцесса [1]. На рынке существует несколько подобных систем, имеющих свои достоинства и недостатки, однако, адекватные результаты моделирования затвердевания отливок возможны только при правильном понимании физики процессов, происходящих с момента начала заливки до полного затвердевания металла.

Воронежский механический завод (ВМЗ) имеет значительный опыт по производству качественных отливок ответственного назначения [2,3]. Одной из последних технологий, разработанных на предприятии, является изготовление корпусной отливки (рис.1), используемой в космической промышленности. Способом изготовления является литье по выплавляемым моделям (ЛВМ). Материал отливки – сплав ВНЛ-6.

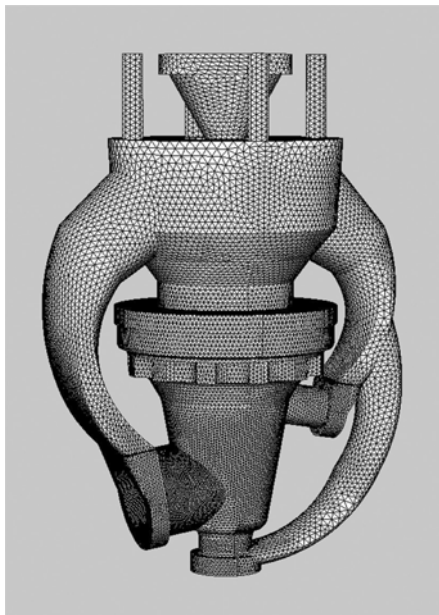


Рис.1. Модель отливки «Корпус» с ЛПС

Технологами ВМЗ была поставлена задача моделирования затвердевания при первичных варианте ЛПС (рис.1) и технологических условиях (температура заливки 1590 °С, температура оболочки в момент заливки 800 °С). В результате проведенных расчетов было установлено, что уровень пористости в теле отливки не превышает 0,5%, за исключением прибыльной части, что соответствует требуемым условиям.

Параллельно с расчетами, была выполнена пробная заливка двух отливок. Результаты рентгеноструктурного анализа показали несоответствие уровня дефектов в теле реальной отливки и компьютерной модели. В частности в районе тонкой стенки над нижним фланцем наблюдалась пористость порядка 1...3%. После анализа возможных причин такого расхождения было высказано предположение, о том, что в ходе заливки через данную область протекает значительное количество металла, что приводит к локальному перегреву и соответственно более рыхлой структуре металла.

Дальнейшим решением была проверка этой гипотезы – проведение гидродинамического расчета заливки (модуль «Эйлер-3D»), получение температурного распределения на момент ее окончания и повторное моделирование процессов затвердевания в модуле «Фурье-3D» программы «ПолигонСофт». На рис.2 представлены результаты моделирования гидродинамических процессов, происходящих во время заливки.

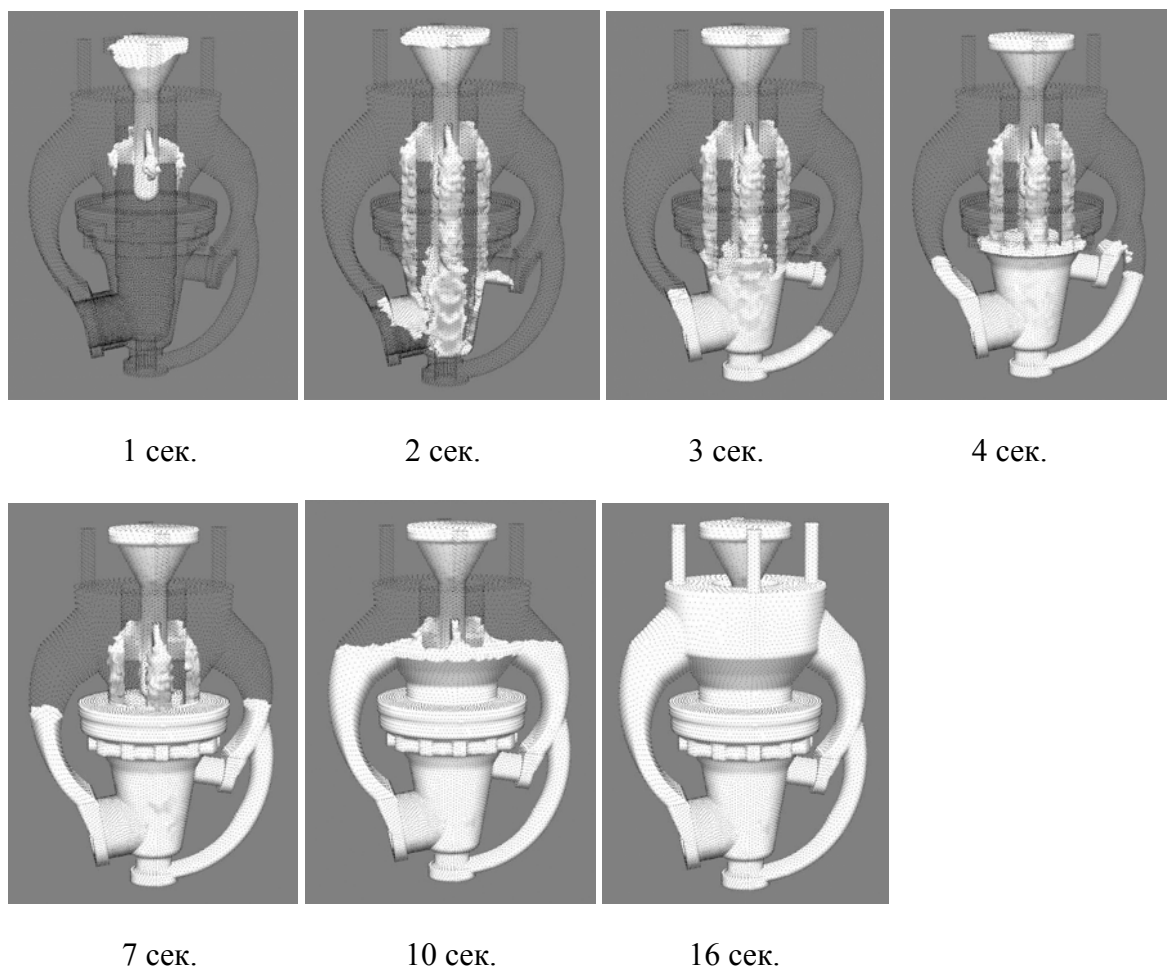
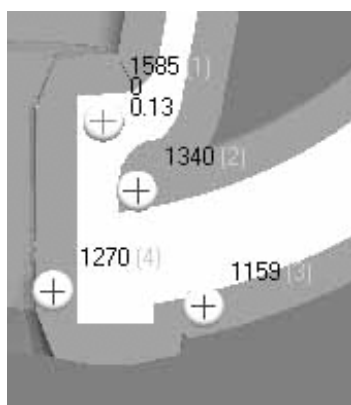


Рис.2. Процесс заполнения формы металлом (время с момента начала заливки)

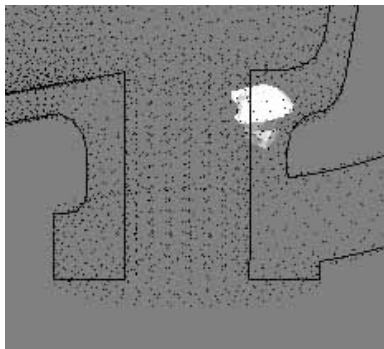
На основании проведенного расчета были получены файлы, содержащие полную картину распределения температур отливки и формы, а также скоростей потоков в любой момент времени. Необходимо отметить, что время, затраченное программой на выполнение одного и того же гидродинамического расчета составило: для процессора Intel Pentium4 3 GHz – 24 часа; Intel Pentium E 2160 Core Duo – 8 часов.



На рис.3 представлено распределение температур отливки и формы в районе нижнего фланца на момент окончания заливки. Установлено, что в результате протекания значительного количества металла через данную область, оболочка разогревается до 1400 °С, а температура расплава

составляет 1585 °С, что способствует образованию локального теплового узла и как следствие пористости.

Рис.3. Температуры в районе нижнего фланца на момент окончания заливки



В результате проведения повторного моделирования процессов затвердевания с учетом данных гидродинамического расчета были получены соответствующие действительности уровни пористости - 0,6...2,7%. На рис. 4 светлая область является местом образования пористости в теле отливки при данных технологических условиях.

Рис.4. Область пористости в теле отливки

Таким же образом были проанализированы условия с различными температурами заливки и формы (начальная температура оболочки варьировалась в диапазоне 400...960 °С, температура заливки 1550...1610 °С), однако принципиальных различий на выходе не наблюдалось.

На основании полученных данных, было принято решение об изменении положение отливки и конструкции ЛПС. В результате проведенных мероприятий была отработана технология изготовления качественных отливок.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что для получения адекватных результатов моделирования затвердевания отливок сложной конфигурации, необходимо проводить оценку условий заполнения формы, расчет гидродинамических процессов заливки и на его основе осуществлять моделирование образования усадочных дефектов.

Литература

1. Бройтман О.А., Воропаев С.А., Синилов А.А. Экономичный путь разработки литейной технологии с применением СКМ ЛП «Полигон». Труды Восьмого съезда литейщиков России. Том II. Ростов-на-Дону, 2007, с. 279-283.
2. Савельев Ю.Н., Алехин И.Н., Грибанов А.С., Щетинин А.А., Аммер В.А., Жеглов С.В. Особенности изготовления заготовок для нефтегазового оборудования литьем по выплавляемым моделям. // Вестник ВГТУ. Сер. «Материаловедение». Воронеж. 1998. Вып.1.4. с.62-63.
3. Алехин И.Н., Бондарь А.В., Грибанов А.С., Савельев Ю.Н., Жеглов С.В., Щетинин А.А., Щетинин А.В., Аммер В.А. Влияние типа литниково-питающей системы на

качество корпусных отливок при литье по выплавляемым моделям. // Техника машиностроения 2000. №2 – с.33-35