

**Отчёт о моделировании литейной технологии для
отливки «Захват»**

Исполнитель: ООО «ФОКАД»
Заказчик: ЗАО «Точлит»

Санкт-Петербург
2003

1. Постановка задачи

Ставилась задача по моделированию литейной технологии для отливки «Захват», получаемой из стали марки 35Л методом литья по выплавляемым моделям без засыпки опорным наполнителем (толщина оболочки 7 – 10 мм, прогревается перед заливкой до 900°C). Цель моделирования – анализ существующего (базового) варианта технологии, не обеспечивающего получения здоровой отливки, и нового варианта технологии с изменениями в литниковой системе на предмет соответствия отливок, получаемых по новой технологии, требованиям по качеству.

2. Этапы моделирования

На первом были созданы геометрические образы объекта моделирования. В настоящей работе трёхмерный геометрический образ отливки создавался с помощью специализированного конструкторского пакета «SolidWorks». Следующим этапом моделирования является генерация в объёмах отливки и формы конечно-элементной сетки. Полученная конечно-элементная сетка была импортирована в систему компьютерного моделирования литейных процессов «Полигон». В препроцессоре системы «Полигон» импортированная сетка редактировалась – модель ориентировалась в пространстве, назначались индексы границ и объёмов. Подготовленная конечно-элементная сетка затем передавалась в расчётный модуль – собственно процессор системы «Полигон». Полученные расчётные геометрические модели представлены на рис. 2.1 (на геометрических моделях часть стояка отсечена – при расчёте это учитывалось заданием нулевого коэффициента теплопередачи на границе, по которой произвели отсечение).

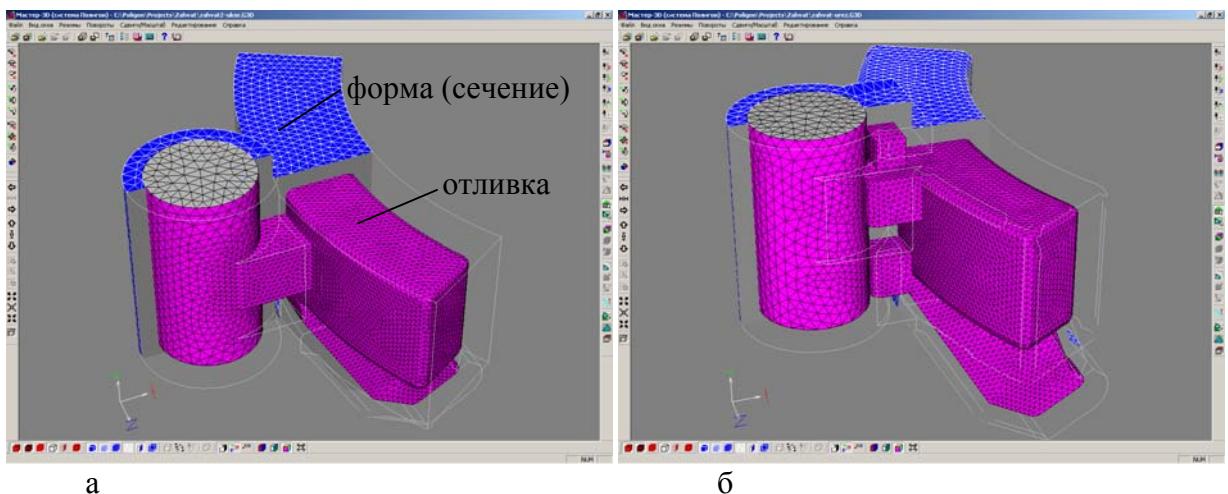


Рис. 2.1. Геометрические модели для моделирования в системе «Полигон»
а – базовая технология; б – новая технология

Следующий этап – задание теплофизических свойств материалов отливки и формы, а также усадочных свойств сплава. Теплофизические свойства материалов отливки и формы были взяты из внутренней базы данных «Полигона».

Далее были произведены расчёты по базовой технологии. В системе «Полигон» выполняли расчёт гидродинамики заполнения формы (скорости и температуры в любой точке отливки в любой момент времени), тепловой расчёт (температуры в отливке и форме, доля жидкой фазы), сопряжённый с расчётом усадочных дефектов (макро- и микропористость).

На рис. 2.2 приведены различные стадии заполнения полости формы расплавом (гидродинамический расчёт). Различные части отливки на рисунке окрашены в разные

цвета, которые соответствуют определённым значениям температуры (скорости) в тех или иных местах отливки.

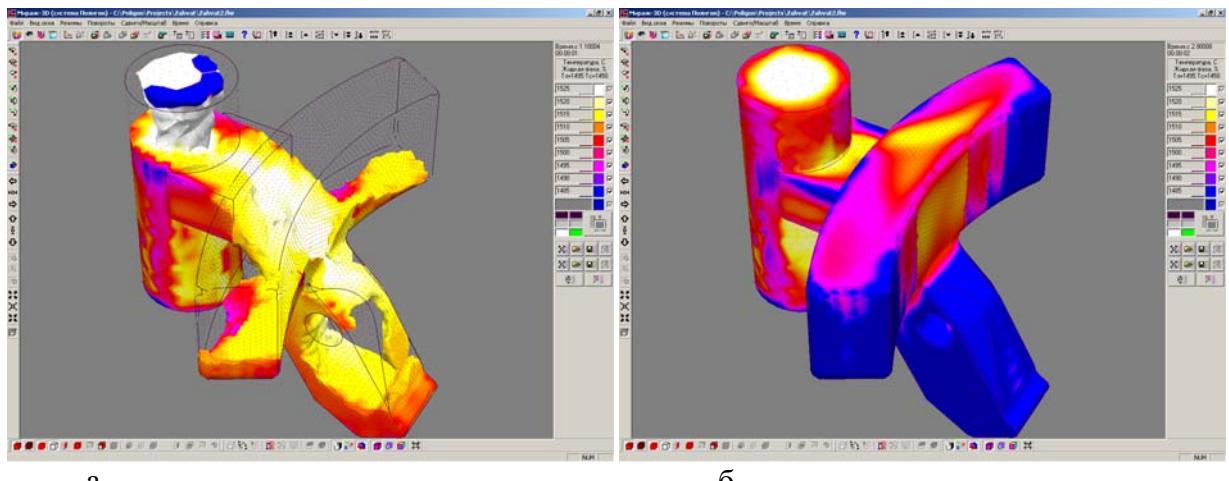


Рис. 2.2. Стадии заполнения полости формы расплавом (показаны температуры)
а – одна из промежуточных стадий (момент времени – 1,1 с. от начала заливки);
б – конечная стадия – форма полностью заполнена

Температурные поля, сложившиеся в теле отливки на момент окончания заливки, передаются затем как стартовое поле температур перед началом затвердевания в тепловой расчёте.

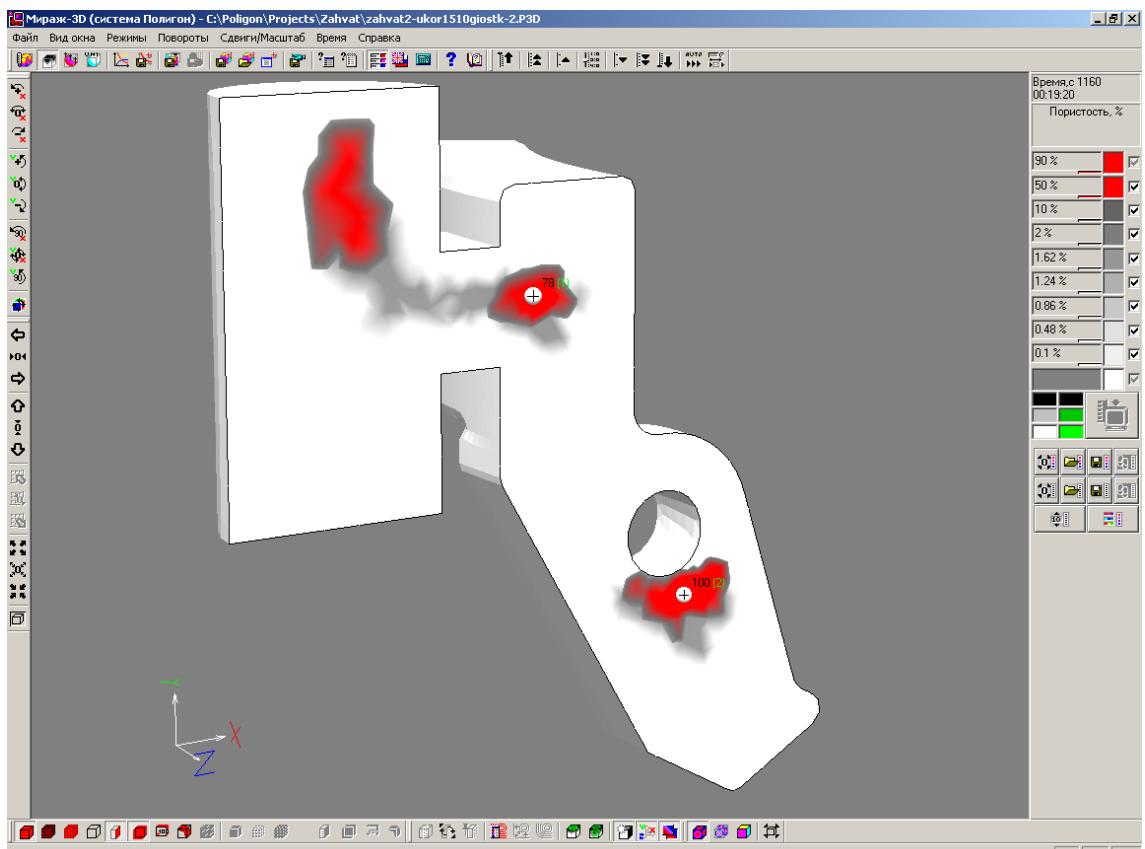


Рис. 2.3. Результаты расчёта усадочных дефектов в отливке (поперечное сечение) по базовой технологии (в соответствии с выбранной цветовой палитрой и шкалой, красным цветом показаны зоны с пористостью выше 50%)

В результате проведения теплового расчёта по базовой технологии, сопряжённого с расчётом усадочных дефектов получили распределение дефектов в теле отливки (рис. 2.3). Из рисунка видно, что в месте входа питателя в отливку – значительная усадочная раковина (пористость до 80%). Раковина в теле отливки обнаруживается под отверстием (значение пористости до 100%).

За локализацией объёмов жидкого металла, которые затем дадут усадочные дефекты, можно проследить, просматривая результаты теплового расчёта – ход охлаждения отливки во времени (рис. 2.4). Просматривая результаты расчёта в «Полигоне», можно вывести на экран изоповерхности (поверхности равных значений температур либо скоростей, доли жидкой фазы и проч.), зоны выше или ниже заданного значения изоповерхности. Этот инструмент очень удобен для определения зон изоляции объёмов жидкого металла: на экране не отображаются уже затвердевшие части отливки, наблюдаем лишь те, в которых есть жидкая фаза.

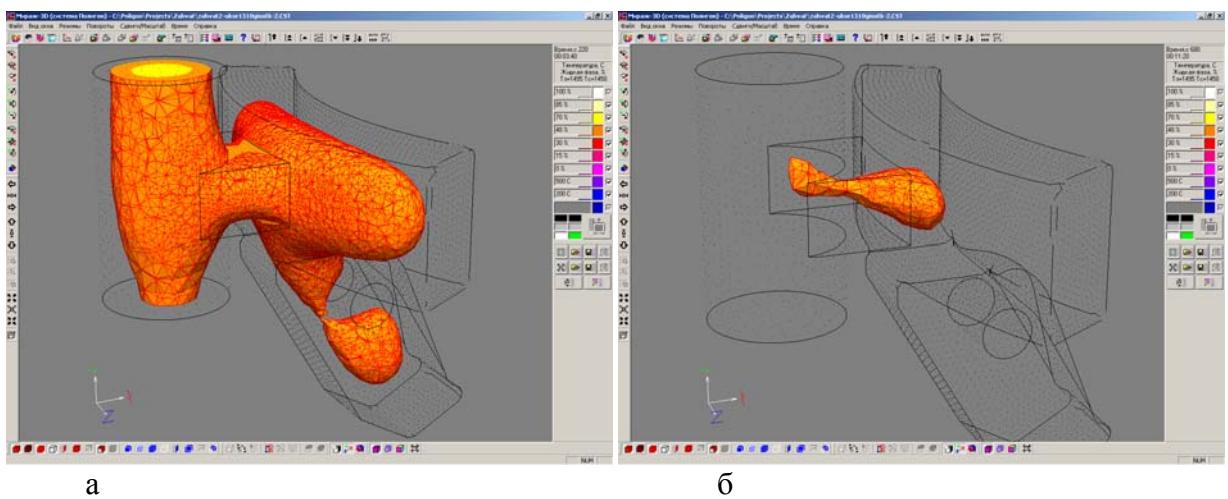


Рис. 2.4. Локализация жидкой фазы в тепловых узлах
 а – момент отрыва жидкого объёма под отверстием (3 мин. 40 с. от начала затвердевания);
 б – изоляция жидкого объёма в месте входа питателя в отливку (11 мин. 20 с. от начала затвердевания)

За ходом образования макропористости можно также следить, выводя зеркала расплава в отливке, прослеживая их возникновение и перемещение во времени. Ход формирования микропористости отслеживается наблюдением за возникновением зон пористости, возникающих ниже зеркал в процессе формирования отливки.

Результаты усадочного расчёта по новой технологии – с двумя питателями и прибылью на верхнем питателе приведены на рис. 2.5. Из рисунка видно, что новая технология не обеспечивает получения здоровой отливки: пористость в месте отреза верхнего питателя достигает до 100%, под отверстием – также до 100%.

Просмотр результатов теплового расчёта позволяет увидеть, что литниково-питающая система не обеспечивает пропитывания теплового узла, формирующегося в отливке в районе подвода металла. Нижний питатель перемерзает ещё на ранней стадии (рис. 2.6, а) и верхний питатель, несмотря на его подогрев за счёт прибыли (которая также к этому моменту перестаёт действовать) не в состоянии пропитать тепловой узел, «вытянуть» дефект на себя (локализация узла показана на рис. 2.6, б).

Совершенно очевидно, что причиной возникновения раковины под отверстием является то, что наличие этого отверстия даёт отсечку питания массивной нижней части.

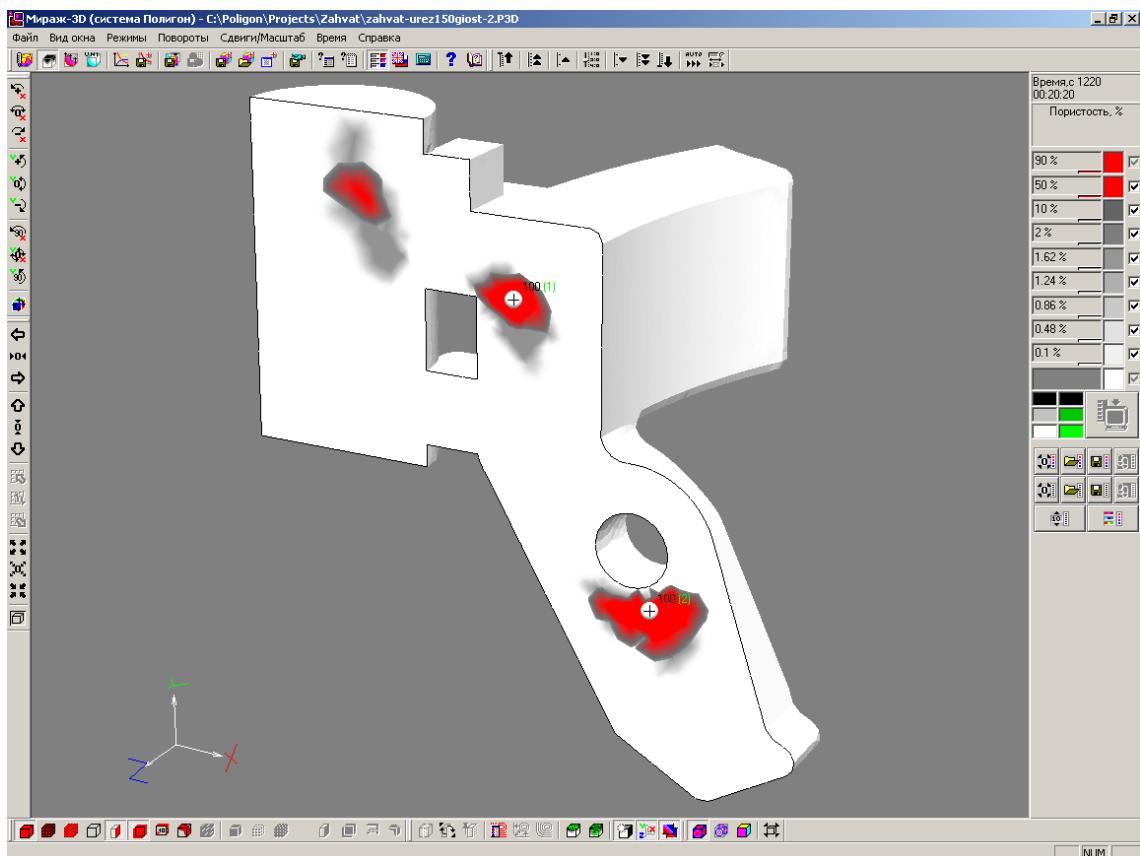


Рис. 2.5. Результаты расчёта усадочных дефектов в отливке (поперечное сечение) по новой технологии (красным цветом показаны зоны с пористостью выше 50%)

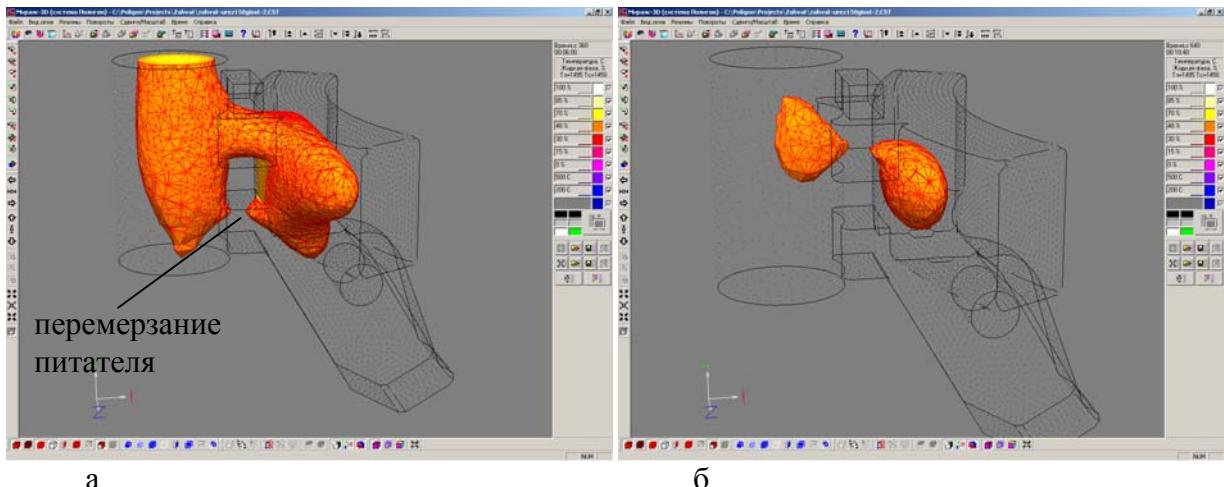


Рис. 2.6. Стадии локализации жидкой фазы в тепловом узле

а – перемерзание нижнего питателя (6 мин. 00 с. от начала затвердевания);
 б – полная изоляция объёма жидкости (10 мин. 40 с. от начала затвердевания)

3. Выводы и практические рекомендации по результатам моделирования

- Литниково-питающая система, предложенная по новой технологии, не обеспечивает пропитывания мощного теплового узла, формирующегося в отливке в районе подвода металла. Нижний питатель перемерзает на ранней стадии, верхний питатель не в состоянии пропитать тепловой узел, прибыль, питающая верхний питатель, практически не работает, также отключается на ранней стадии. Предположительно, проблему нужно решать не изменением конфигурации и размеров питателей, а простановкой массивной прибыли над тепловым узлом в отливке.

2. Наличие отверстия в отливке ведёт к формированию теплового узла в нижней части отливки (под отверстием). Вероятно, следует отказаться от выполнения отверстия литьём.