

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК

И. В. Марширов¹, Г. А. Мустафин¹, В. В. Марширов²

¹ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

² Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
г. Нижний Новгород, Россия

Рассмотрены особенности разработки технологии изготовления отливок с применением систем компьютерного моделирования. Приведены результаты моделирования гидродинамических и усадочных процессов отливки из стали 35Л.

Ключевые слова: компьютерное моделирование литейных процессов, отливки, автоматизация проектирования литейной технологии

APPLICATION OF COMPUTER SIMULATION CASTING PROCESS IN DEVELOPING TECHNOLOGIES PRODUCTION OF CASTINGS

I. V. Marshirov¹, G. A. Mustafin¹, V. V. Marshirov²

¹ Altai state technical university, Barnaul, Russia

² National research university Higher School of Economics, Nizhny Novgorod, Russia

The features of the development of technologies for making castings using computer modeling systems. The results of the modeling of hydrodynamic processes and shrink casting of steel 35L.

Ключевые слова: computer simulation of the casting process, casting, the casting design automation technology

Современные программы компьютерного моделирования литейных процессов, основанные на физических теориях тепловых, диффузионных, гидродинамических и деформационных явлений, способны адекватно имитировать многие процессы, происходящие при заполнении расплавом формы, кристаллизации многокомпонентного сплава и дальнейшем охлаждении отливки. Они различаются функциональными возможностями и типом генерируемой сетки [1 – 3].

К возможностям программ относятся гидродинамический расчет заполнения расплавом формы, анализ температурных полей при кристаллизации и образовании усадочных дефектов, расчет напряжений и остаточных деформаций в отливках, оптимизация литниково-питающих систем.

Особенности применения компьютерного моделирования при разработке литейной технологии рассмотрим на примере отливки «Ры-

чаг». Данная отливка изготавливается из стали 35Л литьем в песчано-глинистую форму.

Основными этапами выполнения работы являлись:

– построение геометрической модели детали;

– разработка геометрической модели отливки;

– расчет элементов литниковой системы;

– моделирование усадочных процессов (образование макро- и микропористости), а также решение тепловой и гидродинамической задач в отливке;

– разработка геометрических моделей и рабочих чертежей модельной оснастки для изготовления отливок.

По чертежу детали (рисунок 1) построены 3D модели отливок со всеми технологическими элементами (литниково-питающей системой (ЛПС), знаками стержней и прибылями). Для этого использовалась CAD-система SolidWorks.

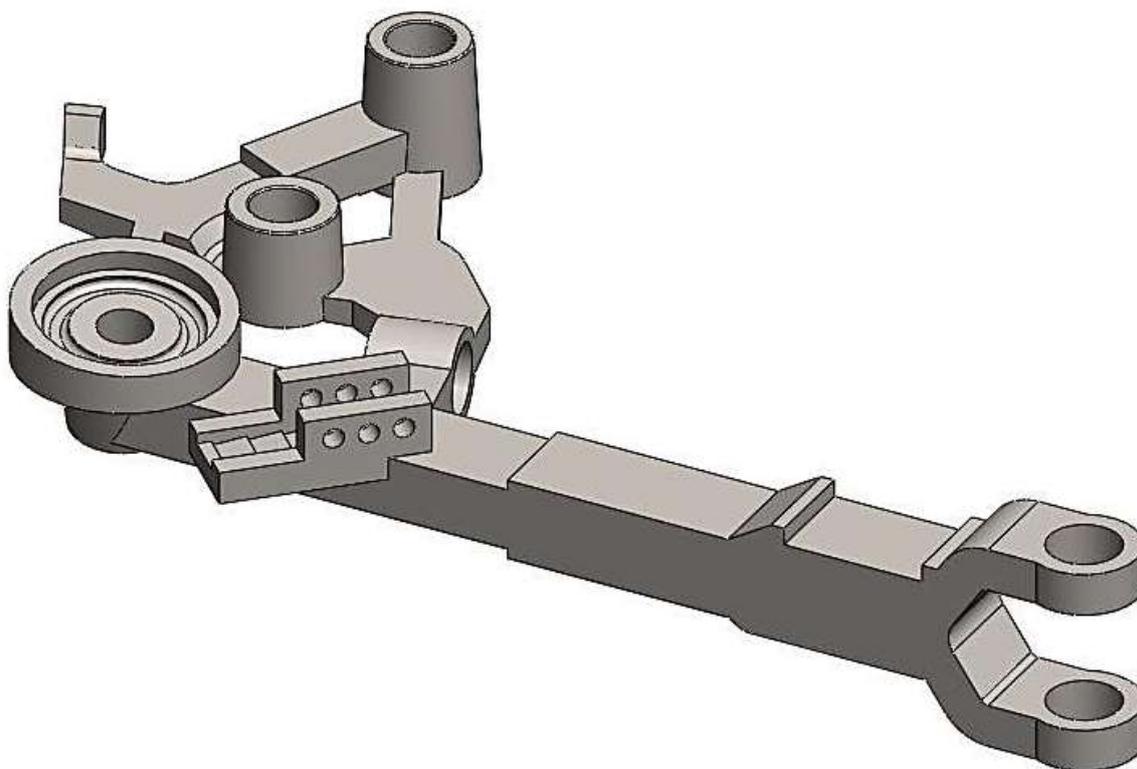


Рисунок 1 – Геометрическая модель детали

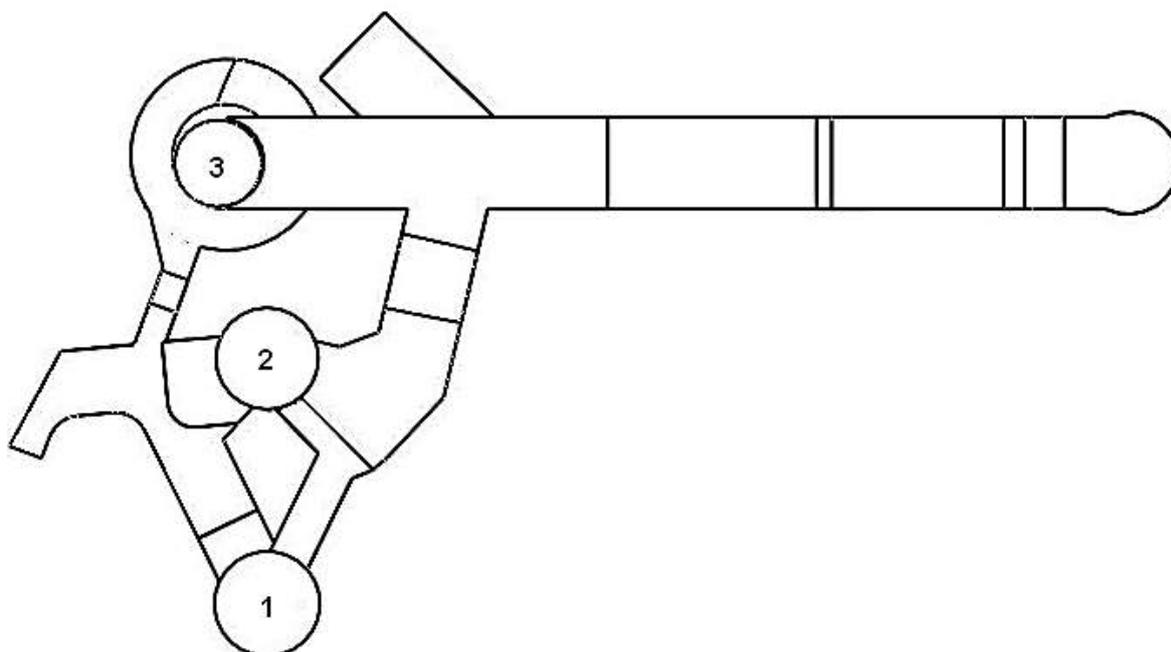


Рисунок 2 – Схема расположения прибылей

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК

На следующем этапе был выполнен предварительный расчет элементов литниковой системы, в т. ч. прибылей.

Расчет прибыли проводили по методу Й. Пржибыла. В этом методе используется коэффициент прибыли K_n , который определяется экспериментально и равен отношению объема прибыли к объему усадочной раковины.

Объем прибыли определяется по формуле:

$$V_n = \frac{\varepsilon_V \cdot K_n}{1 - \varepsilon_V \cdot K_n} \cdot V_{num.уз}$$

где: V_n – объем прибыли;

K_n – коэффициент прибыли;

ε_V – суммарная относительная объемная усадка затвердевания и усадка в жидком состоянии;

$V_{num.уз}$ – объем питаемого узла.

Схема расположения прибылей приведена на рисунке 2.

Предварительный расчет сечения питателей, шлакоуловителя, стояка и литниковой воронки проводили по общепринятым для стального литья методикам.

Для моделирования литейных процессов в настоящее время существуют около десятка различных систем, отличающихся, соответственно, по стоимости, набору модулей и поддержке. Однако, для литейного производ-

ства обычного машиностроительного предприятия достаточно систем среднего уровня. Эти программы обладают достаточной функциональностью при среднем уровне цен.

При выполнении данной работы моделирование литейных процессов осуществляли именно с программой такого уровня – СКМ «Полигон».

При этом предварительно в программе HYPERMESH 3D была выполнена генерация конечно-элементной сетки по созданной модели отливки с литниковой системой.

Для решения гидродинамической задачи при моделировании в СКМ «Полигон» использовали модуль Эйлер-3D.

В результате этого расчета появляется возможность моделировать процесс заполнения формы жидким металлом, а также получить начальное распределение температурных полей в отливке и форме (рисунок 3), которое может быть использовано при тепловых расчетах в модуле «Фурье», что значительно повышает достоверность расчетов.

Последующие этапы моделирования в модуле Фурье 3D с проведением корректировки ЛПС (рисунок 4) позволили разработать технологию получения отливки «Рычаг» без дефектов усадочного происхождения.

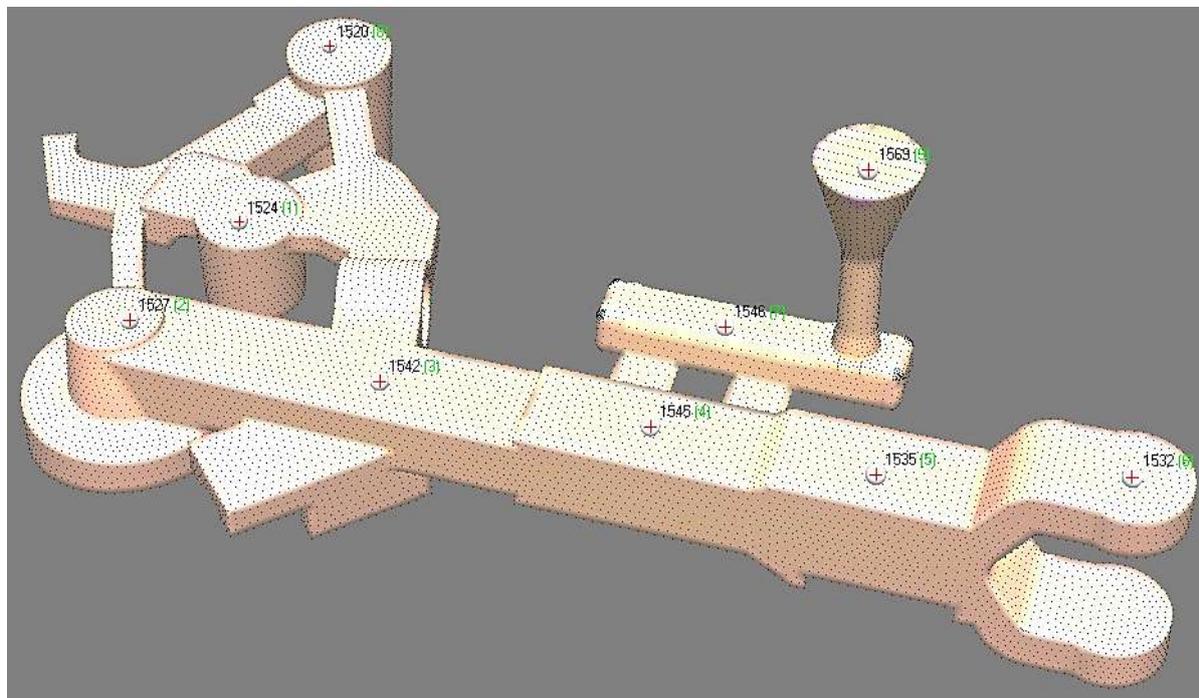


Рисунок 3 – Распределение температуры на момент заполнения

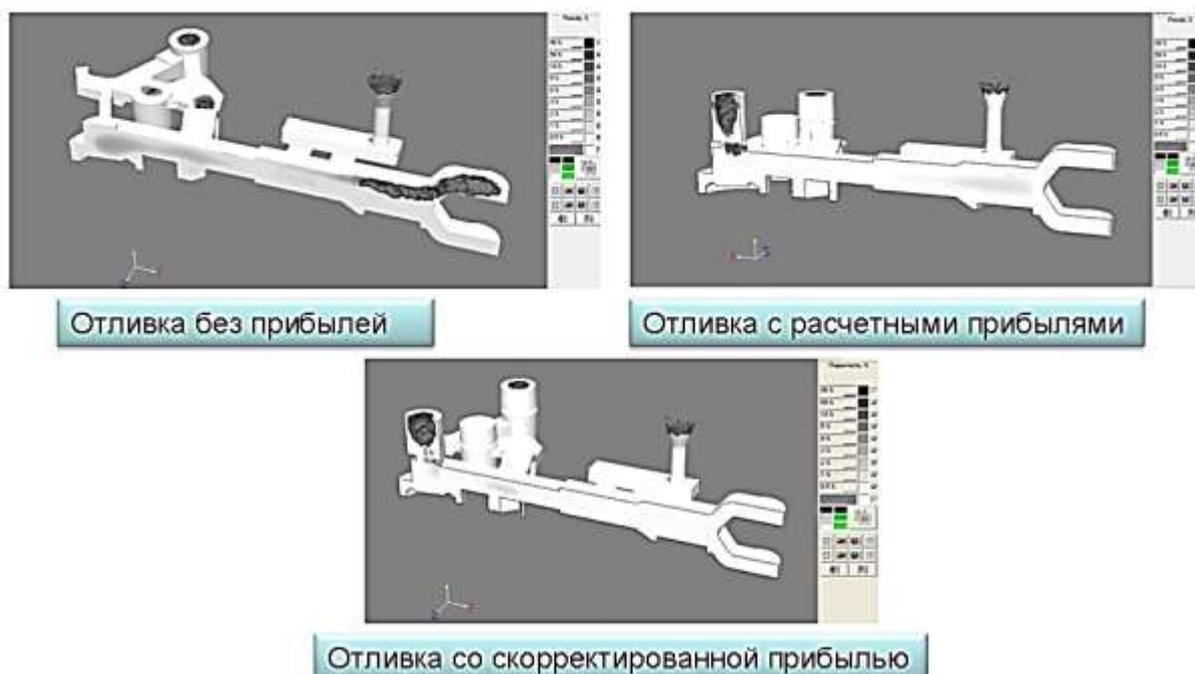


Рисунок 4 – Результаты моделирования усадочных процессов

Таким образом, применение СКМ «Полигон» позволяет оценить эффективность литниково-питающей системы еще на стадии разработки техпроцесса и выбрать наиболее оптимальный вариант для получения качественной отливки, не прибегая к дорогостоящему производственному опробованию. При этом СКМ «Полигон» позволяет существенно сократить время разработки ЛПС, повысить качество принимаемых конструктивных и технологических решений при существенном сокращении материальных затрат на опытную отработку технологического процесса получения отливок.

Список литературы

1. Монастырский, А.В. О современных методах разработки и оптимизации технологических процессов в литейном производстве / А.В. Монастырский // Литейное производство. – 2010. – № 5. – С. 19–22.

2. Марширов, В.В. Моделирование температурных полей при формировании биметаллических отливок / В.В. Марширов, И.В. Марширов // Литейное производство. – 2015. – № 8. – С. 33–35.

3. Марширов, В.В. Численное on-line моделирование процесса затвердевания отливок / В.В. Марширов, Л.Е. Марширова // Литейное производство. – 2015. – № 9. – С. 31–34.

Марширов Игорь Викторович¹ – к.т.н., доцент
Мустафин Геннадий Акрамович¹ – к.т.н., доцент
Марширов Виктор Викторович² – к.т.н., доцент

¹ ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (АлтГТУ), г. Барнаул, Россия

² Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Нижний Новгород, Россия