

УДК 621.74; 004.942; 004.925.84

## КОНСТРУКТОРСКОЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОССИЙСКИХ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Н. Ю. Малькова, Е. А. Кошелева, И. В. Марширов**

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

В данной статье рассматривается конструкторское и технологическое проектирование отливки без дефектов усадочного происхождения с использованием систем компьютерного моделирования.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование, компьютерное моделирование литейных процессов, компьютерная графика, Autodesk, Инвентор, LVMFlow, АСКОН, КОМПАС-3D, сталь 35Л, усадка

## DESIGNER AND TECHNOLOGICAL DESIGN OF CASTING WITH USING OF THE RUSSIAN COMPUTER MODELING SYSTEMS

**N. Y. Malkova, E. A. Kosheleva, I. V. Marshirov**

Altai State Technical University, Barnaul, Russia

This article discusses designer and technological design of casting without defects shrinkage of origin using computer modeling systems.

**Ключевые слова:** computer modeling, computer simulation of the casting process, ASCON, COMPASS-3D, LVMFlow, steel 35L, shrink

Компьютерное моделирование – один из эффективных методов изучения сложных систем. Суть компьютерного моделирования заключается в получении количественных и качественных результатов по имеющейся модели. Качественные выводы, получаемые по результатам анализа, позволяют обнаружить неизвестные ранее свойства сложной системы: ее структуру, динамику развития, устойчивость, целостность и др.

Компьютерные модели стали обычным инструментом математического моделирования и применяются в физике, астрофизике, механике, химии, биологии, экономике, социологии, метеорологии, других науках и прикладных задачах в различных областях радиоэлектроники, машиностроения, автомобилестроения. Компьютерные модели используются для получения новых знаний о моделируемом объекте или для приближенной оценки поведения систем, слишком сложных для аналитического исследования.

К преимуществам компьютерного моделирования литейных процессов относятся:

возможность смоделировать изделие до момента создания чертежей и опытных образцов, в то же время результат моделирования можно увидеть на любом шаге проектирования. Это дает возможность сократить сроки конструкторского и технологического проектирования, повысить качество выпускаемых изделий и получить возможность быстрого освоения новой, востребованной рынком продукции.

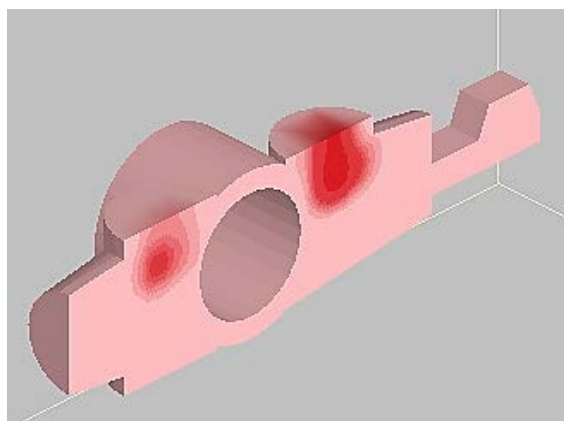
Компьютерное моделирование литейных процессов можно разделить на две части: теоретическую и практическую. Теоретическая часть включает в себя все математические модели и методы их численной реализации, а практическую можно условно разделить на 4 этапа – построение геометрической модели, подготовка конечно-элементной модели, задание граничных условий и варьирование теплофизическими и усадочными параметрами [1, 2].

Приступая к построению геометрической модели необходимо выбрать такой программный продукт, который давал бы воз-

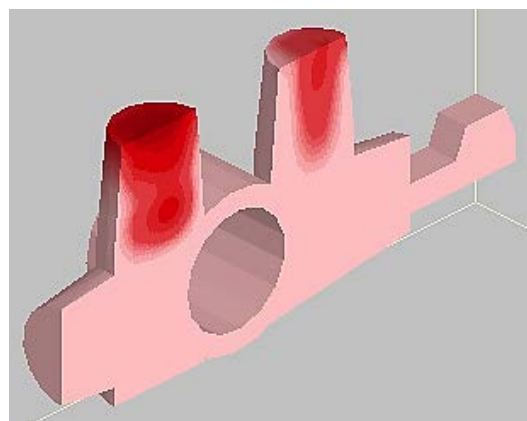
## КОНСТРУКТОРСКОЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОССИЙСКИХ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

возможность подготовить полный комплект конструкторской документации, поддерживал стандарты ЕСКД, имел бы в наличии базы стандартных элементов по ГОСТ. Не маловажным критерием является поддержка русского языка, а для студентов возможность

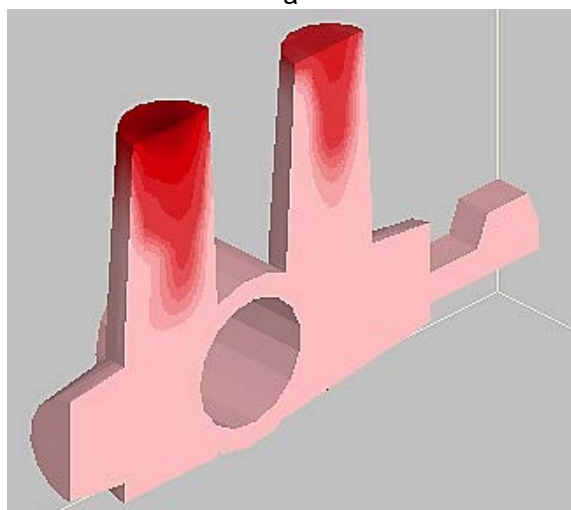
получать бесплатные учебные версии программных продуктов. Также к этому программному продукту должно быть разработаны справочные и учебно-методические пособия и учтена возможность дальнейшего моделирования процессов.



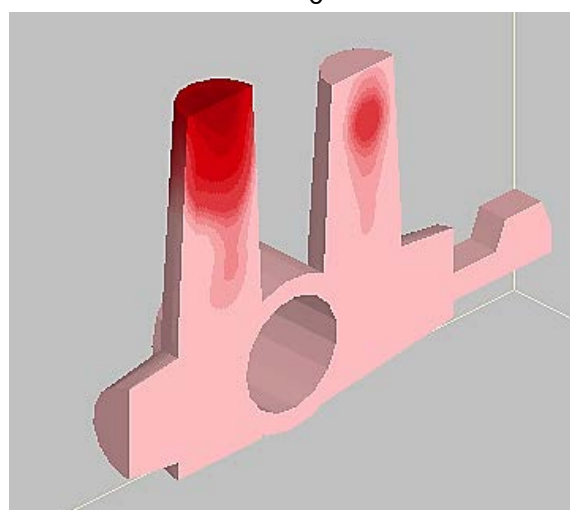
а



б



в



г

Рисунок 1 – Результаты корректировки усадочных процессов при увеличении бобышек в сечениях по осям XZ: а) исходная модель, б) прибыль на 25 мм, в) прибыль на 40 мм, г) прибыль на 55 мм

К программным продуктам, удовлетворяющим полностью этим признакам можно отнести российскую фирму АСКОН, и их популярный в нашей стране продукт КОМПАС-3D. Данная система трехмерного проектирования предназначена для решения задач твердотельного моделирования и выполнения чертежей в соответствии со стандартами ЕСКД. КОМПАС-3D также обеспечивает поддержку наиболее распространенных форматов 3D моделей (step, acis, iges, dwg, dxf).

В представленной работе приведены результаты процесса разработки литейной технологии для отливки, изготавливаемой из угле-

родистой стали 35Л литьем в песчано-глинистые формы. Построение модели детали со всеми технологическими элементами (литниково-питающей системой, стержнями и прибылями), выполнялось с использованием программного пакета КОМПАС-3D фирмы АСКОН.

Дальнейшее моделирование проводилось в системе LVMFlow, которая достаточно универсальна и имеет много достоинств, таких как: доступная стоимость, высокая степень совпадения результатов моделирования и практических испытаний, использование метода конечных разностей, простота приме-

нения и русский интерфейс, импорт трехмерных моделей основных форматов, удобная визуализация полученных результатов, возможность проследить динамику процесса и информацию о полях скорости, давлении и дефектах усадочного происхождения и т. д. LVMFlow может быть использована для моделирования следующих способов литья: литье по выплавляемым моделям, литье в песчано-глинистые формы, литье в кокиль, литье в изложницу, литье под давлением [3].

После моделирования технологического процесса отливки (рисунок 1, а), программа LVMFlow выявила наличие усадочных дефектов в отливке (усадочные раковины). Для устранения усадочных дефектов, было принято решение увеличить размеры бобышек в начале на 25 мм, затем на 40 мм (рисунок 1, б, в). После увеличения прибыли на 55 мм (рисунок 1, г), удалось получить модель отливки без дефектов усадочного происхождения [4].

Компьютерное моделирование процесса изготовления отливки, с применением системы LVMFlow позволило: определить места появления дефектов и процесс их формирования, отследить изменение температурно-фазовых полей процесса кристаллизации и оптимизировать литниково-питающую систему без доработки модельной оснастки, заливки и механической обработки детали. Это дало возможность сократить сроки конструкторского и технологического проектирования и повысить качество модели.

#### Список литературы

1. Марширов, И.В. Применение систем компьютерного моделирования литейных процессов при разработке технологии изготовления отливок / Марширов И.В., Мустафин Г.А., Марширов В.В. // Ползуновский альманах. - 2015. - Т. 2. - С. 101-104.
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. Малькова, Н.Ю. 3D моделирование в среде Autodesk Inventor в курсе дисциплины «Инженерная графика» / Н.Ю. Малькова, Е. А. Кошелева, В. А. Красичков, Ю. В. Исаева // Ползуновский альманах. - № 4. - 2016. - С. 177-178.

4. Малькова, Н.Ю. Разработка технологии изготовления отливок с использованием систем компьютерного моделирования / Н. Ю. Малькова, Е. А. Кошелева, И. В. Марширов, Ю. В. Исаева // Ползуновский альманах. - 2016. - №4. - С. 77-80.

5. Кошелева, Е. А. Диагностика дефектов литья с помощью компьютерного моделирования / Е. А. Кошелева, Н. Ю. Малькова, И. В. Марширов, А. А. Иванайский // Ползуновский альманах. - 2016. - №4. - С. 189-190.

6. Малькова, Н.Ю. Автоматизированное проектирование – основа современной промышленности / Малькова Н.Ю., Кошелева Е.А., Шишковская И.Л. // Ползуновский альманах. - 2010. - № 1. - С. 197-198.

7. Шишковская, И.Л. Влияние 3D-моделирования на повышение эффективности образовательного процесса в технических вузах / Шишковская И.Л., Кошелева Е.А., Малькова Н.Ю. // Ползуновский альманах. - 2010. - № 1. - С. 161.

8. Марширов, И.В. Особенности разработки технологии изготовления отливок с использованием систем компьютерного моделирования / Марширов И.В., Мустафин Г.А., Заковряшина Ю.А., Москалев В.Г. // Ползуновский альманах. - 2011. - № 4. - С. 110-112.

9. Марширов, И.В. Компьютерное моделирование усадочных процессов при затвердевании стальных отливок / Марширов И.В., Марширов В.В., Мустафин Г.А., Москалев В.Г., Назаров С.В. // Ползуновский альманах. - 2015. - Т. 2. - С. 67-70.

10. Малькова, Н.Ю. Анализ применения многокомпонентных насыщающих смесей при химико-термической обработке инструмента и деталей из стали / Малькова Н.Ю., Кошелева Е.А. // Ползуновский альманах. - 2010. - № 1. - С. 181-182.

**Малькова Наталья Юрьевна** – ст. преподаватель  
**Кошелева Елена Алексеевна** – к. т. н., доцент  
**Марширов Игорь Викторович** – к. т. н., доцент

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