

Е. Н. Салегина

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*В статье приведены результаты математического моделирования усадки и формирования усадочных дефектов в литых корпусных деталях при использовании различных материалов и конструктивных элементов литейной оснастки.*

**Ключевые слова:** математическая модель, литая деталь, компьютерно-интегрированная технология.

## 1. Введение

Исследования, о которых идет речь в докладе, относятся к области математического моделирования в процессах проектирования. Этап проектирования должен быть неразрывно связан с этапом технологии в контексте конструкторско-технологической подготовки производства. Например, при отработке технологических процессов изготовления сложных отливок из цветных сплавов под давлением [1–8] или при газодинамическом воздействии в процессе кристаллизации отливки, необходимо на стадии проектирования учитывать много существенных факторов.

## 2. Постановка проблемы

В данном докладе рассматривается решение проблем по обеспечению качества литых деталей путем оптимального изменения параметров материала и конструктивных элементов оснастки на основе математического моделирования процессов заполнения литейной формы.

## 3. Основная часть

**3.1. Анализ литературных источников по теме исследования.** В работах [9–12] было показано, что эффективными инструментами для решения поставленной задачи является программный пакет трехмерного проектирования Solid Works и программа LVM Flow. Конечно-разностная модель типовой по габаритам и конструкции литой детали может быть построена по таким исходным данным: размер ячейки; количество ячеек; материал отливки; температура металла; способ заливки. Методология построения математических моделей, описывающих влияние перечисленных выше параметров проектирования (входных переменных) на качество заполнения формы расплавом,

как описано в работах [13–15], включает в себя: нормирование входных переменных; построение планов полного или дробного факторного экспериментов и проведение соответствующих компьютерных экспериментов (в случае, если есть возможность самостоятельно менять входные переменные); или искусственной ортогонализации при наличии результатов пассивного эксперимента (взятых, например, из литературных источников). Реализация компьютерного эксперимента по заливке формы расплавом и процесса заполнения формы возможна также, как показано в работах [16–19], с помощью симплекс-метода и гребневого анализа по Хёрлю, причем в первом случае получение оптимального решения непосредственно связано с проведением эксперимента, а во втором — требует дополнительного анализа полученной поверхности отклика.

**3.2. Результаты исследований.** На основе рассмотрения и моделирования влияния описанных входных переменных на процесс образования дефектов усадочного характера была выявлена важная роль состояния поверхности раздела «отливка — форма» с точки зрения качества заполнения формы. Полученные результаты математического и компьютерного моделирования могут быть использованы на этапе проектирования литейной технологии, так как позволяют избежать лишних затрат производства на проведение натурных экспериментов — вместо этого можно использовать полученную математическую модель.

### Литература

1. Доценко Ю. В. Влияние комплексной технологии на свойства отливок из сплава АК7ч с повышенным содержанием железа [Текст] / Ю. В. Доценко, В. Ю. Селиверстов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — № 6/5(54). — С. 45–48.
2. Доценко Ю. В. Особенности затвердевания отливок из алюминиевых сплавов при нарастающем давлении и модифицировании [Текст] / Ю. В. Доценко, В. Ю. Селиверстов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — № 1/5(55). — С. 18–22.

3. Доценко Ю. В. Затвердевание отливок из сплава АК5М при комплексном воздействии на расплав [Текст] / Ю. В. Доценко, В. Ю. Селиверстов // Вестник Национального технического университета «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Новые решения в современных технологиях». — Харьков : НТУ «ХПИ», 2012. — № 1 — С. 3–8.
4. Доценко Ю. В. Особенности оценки эффективности получения отливок способом литья под высоким давлением [Текст] / Ю. В. Доценко, В. Ю. Селиверстов, В. В. Мацийчук, С. В. Малых // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. — Харків : НТУ «ХПІ». — 2012. — № 9. — С. 21–29.
5. Селиверстов В. Ю. Разработка рациональной конструкции блока ЛВМ при газодинамическом воздействии в процессе кристаллизации отливки [Текст] / В. Ю. Селиверстов, П. Д. Куц, Ю. В. Доценко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — № 2/13(56). — С. 9–12.
6. Доценко Ю. В. Анализ эффективности комплексных технологических решений по повышению качества литейных алюминиевых сплавов с повышенным содержанием железа [Текст] / Ю. В. Доценко, В. Ю. Селиверстов, К. В. Шейдаев // XIII International scientific conference. New technologies and achievements in metallurgy and materials engineering. A collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Chapter 1. Series: Monographs No 24. Czestochova 2012. — P. 211–216.
7. Seliverstov V. About modifying action of gas-dynamic influence on the A356 aluminium alloy [Text] / V. Seliverstov, Y. Dotsenko // XIII International scientific conference. New technologies and achievements in metallurgy and materials engineering. A collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Chapter 1. Series: Monographs No 24. Czestochova 2012. — P. 265–271.
8. Селиверстов В. Ю. Технологические особенности реализации газодинамического воздействия на металл, затвердевающий в литейной форме [Текст] / В. Ю. Селиверстов, Ю. В. Доценко, К. А. Думенко // Вестник Национального технического университета «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Новые решения в современных технологиях». — Харьков : НТУ «ХПИ», 2012. — № 26 — С. 5–14.
9. Акимов О. В. Экспериментальные исследования и компьютерное моделирование материалов для блок-картера ДВС [Текст] / О. В. Акимов, А. П. Марченко // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2008. — № 5/1(35).
10. Акимов О. В. Компьютерное моделирование процессов при производстве литых деталей двигателя [Текст] / О. В. Акимов, В. И. Алёхин, А. П. Марченко // Литейное производство. — 2010. — № 9. — С. 31–33.
11. Акимов О. В. Применение методик конструкторско-технологического проектирования деталей ДВС в моделировании литейных процессов изготовления автомобильных поршней [Текст] / О. В. Акимов, В. И. Алёхин, А. П. Марченко // Цветные металлы. — 2010. — № 8.
12. Акимов О. В. Анализ влияния некоторых факторов на качество индукционной тепловой сборки подшипниковых узлов [Текст] / О. В. Акимов, М. К. Кравцов, В. Т. Акимов // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2010. — № 5/5(47).
13. Дёмин Д. А. Обработка экспериментальных данных и построение математической модели технологического процесса методом наименьших квадратов (МНК) [Текст] / Д. А. Дёмин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2006. — № 3/1. — С. 47–50.
14. Серая О. В. Оценивание параметров уравнения регрессии в условиях малой выборки [Текст] / О. В. Серая, Д. А. Дёмин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2009. — № 6/4(42). — 2009. — С. 14–19.
15. Серая О. В. Оценка представительности усеченных ортогональных подпланов плана полного факторного эксперимента [Текст] / О. В. Серая, Д. А. Дёмин // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2010. — № 3. — С. 84–88.
16. Дёмин Д. А. Оптимизация технологического процесса в цехе предприятия [Текст] / Д. А. Дёмин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2005. — № 6. — С. 48–59.
17. Дёмин Д. А. Оптимизация технологических режимов [Текст] / Д. А. Дёмин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2006. — № 2/1(20). — С. 32–35.
18. Коваленко Б. П. Оптимизация состава холоднотвердеющих смесей (ХТС) с пропиленкарбонатом [Текст] / Б. П. Коваленко, Д. А. Дёмин, А. Б. Божко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2006. — № 6. — С. 59–61.
19. Дёмин Д. А. Принятие решений в процессе управления электроплавкой с учетом факторов нестабильности технологического процесса [Текст] / Д. А. Дёмин // Вісник національного технічного університету «ХПІ». — Харків : НТУ «ХПІ». — 2010. — № 17. — С. 67–72.

#### ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЕКТУВАННЯ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

**О. М. Сапегіна**

У статті наведені результати математичного моделювання усадки і формування усадочних дефектів в литих корпусних деталях при використанні різних матеріалів і конструктивних елементів ливарного оснащення.

**Ключові слова:** математична модель, лита деталь, комп'ютерно-інтегрована технологія.

*Олена Миколаївна Сапегіна, магістр кафедри ливарного виробництва Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», тел.: (057) 707-68-54, e-mail: litvo11@kpi.kharkov.ua.*

#### USE OF COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES OF DESIGNING IN FOUNDRY

**E. Sapagina**

The results of mathematical modeling of shrinkage and formation of shrink defects in the moulded body parts, using a variety of materials and structural components of foundry equipment, are given in the article.

**Keywords:** mathematical model, moulded piece, computer-integrated technology

*Elena Sapagina, master of Department of Technology and Equipment, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel.: (057) 707-68-54, e-mail: litvo11@kpi.kharkov.ua.*