

Насырова В. А.

ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЗЕРВОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КОРПУСНЫХ ОТЛИВОК НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНО-ИНТЕГРИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНАСТКИ

Статья отражает результаты исследований возможностей выявления резервов повышения качества фасонных отливок на основе проведения компьютерного моделирования процессов заливки литейных форм. Для моделирования использованы программные продукты Solid Works и LVMFlow. Целью такого моделирования является прогнозирование и определение вероятного образования дефектов в теле отливки, не проводя при этом экспериментов на практике, что значительно сокращает расход материалов и время получения результатов.

Ключевые слова: сталь, втулка коллекторная, прибыль, пористость, компьютерное моделирование.

1. Введение

Проектирование технологических процессов является важным звеном подготовки производства, от которого в большей степени зависит его эффективность. Отливки из стали широко применяют в различных отраслях промышленности. Из стали изготавливают отливки массой от нескольких граммов до нескольких десятков тонн; конфигурация этих отливок может быть очень сложной. Сталь обладает высокой прочностью и пластичностью, выдерживая значительные напряжения при переменной и ударной нагрузках. Легированные и специальные стали обладают хорошими механическими свойствами при повышенных температурах, кислотостойкостью, окислительной стойкостью и другими важными эксплуатационными свойствами. Сталь классифицируют по химическому составу, структуре, назначению, способу выплавки стали. Одной из марок конструкционных сталей является сталь 25Л, широко применяемая для изготовления деталей разного назначения: станины прокатных станков, шкивы, траверсы, поршни, буксы, крышки цилиндров, плиты настольные, рамы рольгангов и тележек, муфты, корпуса подшипников, детали сварно-литых конструкций и другие детали, работающие при температуре от -40 до 450 °С под давлением.

Вопросы разработки технологии получения фасонных отливок из стали данной марки являются актуальными для литейщиков, так как сталь обладает плохими литейными свойствами, что вносит определенные трудности в процесс получения качественных отливок.

2. Анализ литературных данных и постановка задачи исследования

Учитывая плохие литейные свойства стали, перед технологами литейного производства стоит ряд сложных задач, связанных с необходимостью предотвращать образование усадочных раковин, пористости, различных дефектов в полости отливки. Для решения этих задач еще совсем недавно использовались подходы типиза-

ции конструкции отливок [1–3] и на практике применялись общие среднестатистические эмпирические рекомендации по выбору конструктивных элементов оснастки. В отличие от такого подхода, современными исследователями начали использоваться методы компьютерно-интегрированного проектирования, позволяющего на этапе конструкторско-технологической подготовки производства прогнозировать возможные места появления дефектов и формирования концентраторов напряжений в теле отливок [4–6]. Места формирования локальных дефектов, связанных с наличием пористости в теле отливок, как было показано в ряде работ [7–10], могут быть выявлены на основе построения 3D-модели и последующего компьютерного моделирования процессов заполнения литейных форм. Такие подходы и использованы в данной работе для моделирования процессов формирования внутренних полостей в корпусных отливках для энергетического машиностроения, изготавливаемых из стали марки 25Л.

3. Методика исследования и проведения компьютерного моделирования

Задача исследования формулируется следующим образом. Задано типовое технологическое решение по изготовлению отливки, необходимо провести оценку возможности изготовления данной отливки из стали 25Л при минимальных изменениях, вносимых в литейную оснастку. Деталь — втулка коллекторная, предназначенная для сборки в узле энергетического оборудования (рис. 1). Масса составляет 180 кг, производство — серийное.

Базовая технология отливки представлена на рис. 2.

Для решения поставленной задачи исследования была выполнена 3D модель исходной детали с нанесенными технологическими решениями по припускам и уклонам. 3D модель строилась с помощью программы Solid Works, далее выполнялась сборка детали и двух стержней и формировались элементы технологии литейной формы. Последние включали в себя выбор

конструкции прибылей, их расчет и выбор места установки в соответствии с общими рекомендациями по принципу типизации (рис. 3).

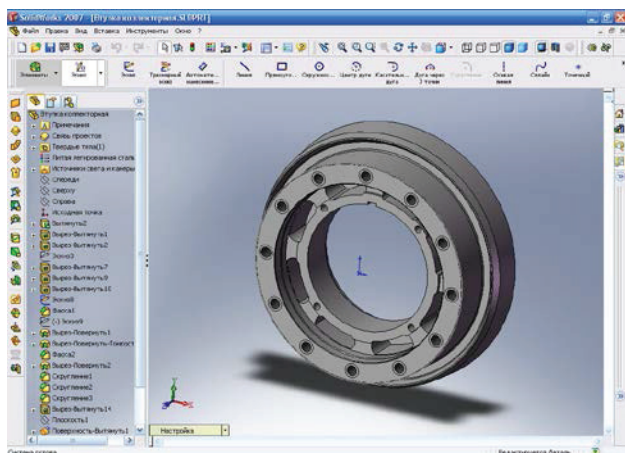


Рис. 1. Втулка коллекторная

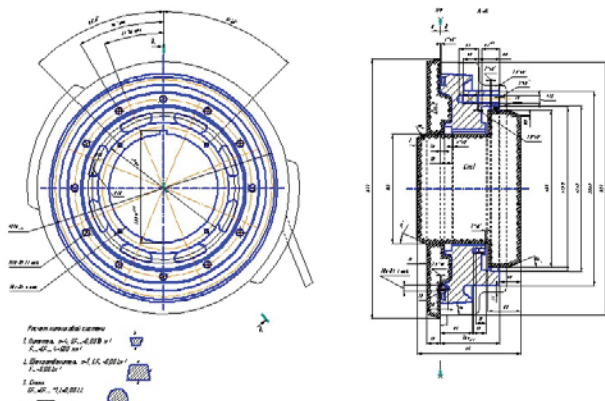


Рис. 2. Базовая технология отливки

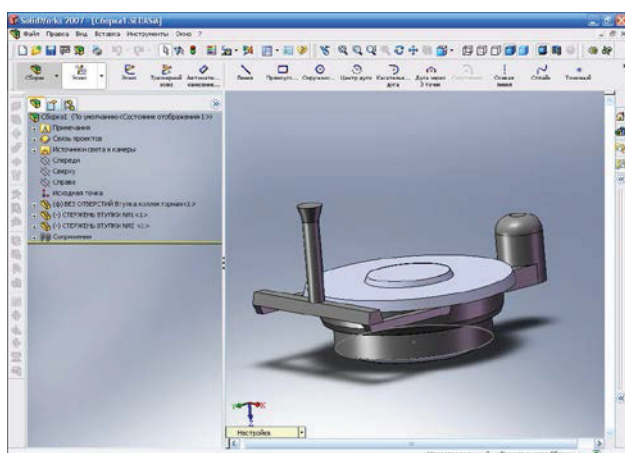


Рис. 3. 3D модель втулки коллекторной в сборе

Далее выполнялась конвертация в формат программы LVMFlow и проводились компьютерные эксперименты с целью выявления возможных дефектов и мест их локализации.

4. Результаты компьютерного моделирования и их интерпретация

«Пролитые» с помощью программы LVMFlow модели при двух различных технологических решениях — с одной и двумя прибылями — представлены на рис. 4, 5.

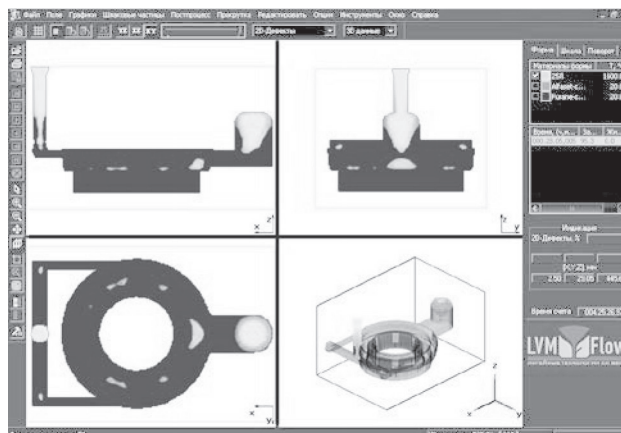


Рис. 4. Результат компьютерного моделирования в разных плоскостях проекции (технологическое решение с одной прибылью)

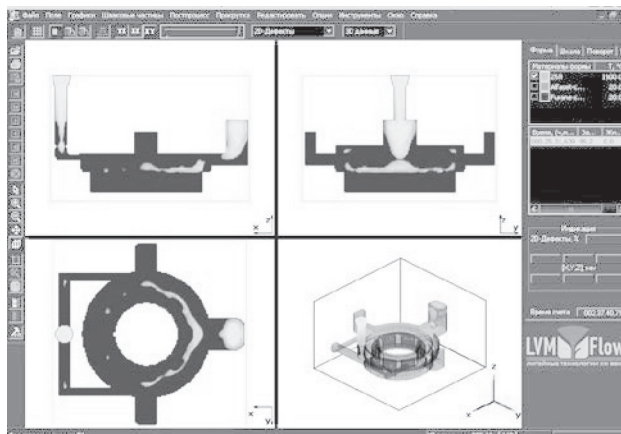


Рис. 5. Результат компьютерного моделирования в разных плоскостях проекции (технологическое решение с двумя прибылями)

Как видно из полученных результатов, в теле отливки формируются дефекты — рассредоточенная усадочная пористость, локализованная в нескольких местах отливки. Выбор альтернативных путей устранения пористости, связанных либо с добавлением прибылей по бокам отливки, либо с увеличением объема прибыли, на основании представленных результатов моделирования, должен быть сделан в пользу второй, так как при добавлении двух дополнительных прибылей результат не улучшился (рис. 5). Для выбора значений варьирования объема прибыли использовались методы, изложенные в работах [11, 12]. Лучшим было принято считать решение, обеспечивающее минимальный объем усадочной пористости. Результаты моделирования приведены на рис. 6–8.

Как можно видеть из полученных результатов моделирования, увеличение объема прибыли сверх необходимого не дает улучшения результата.

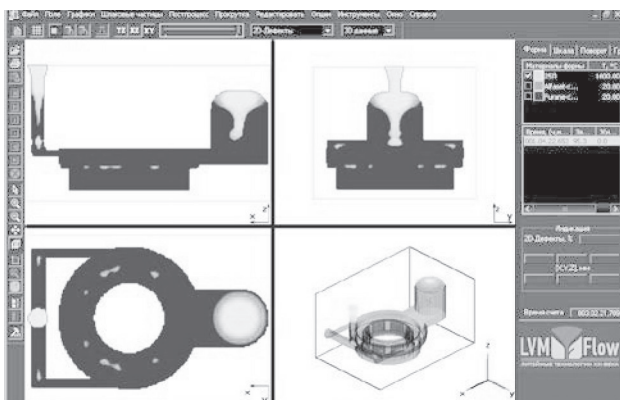


Рис. 6. Результаты моделирования при размерах прибыли:
 $D = 240 \text{ мм}$, $H = 240 \text{ мм}$

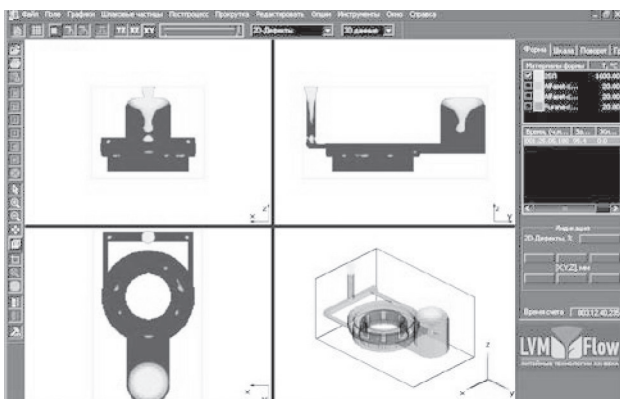


Рис. 7. Результаты моделирования при размерах прибыли:
 $D = 280 \text{ мм}$, $H = 280 \text{ мм}$

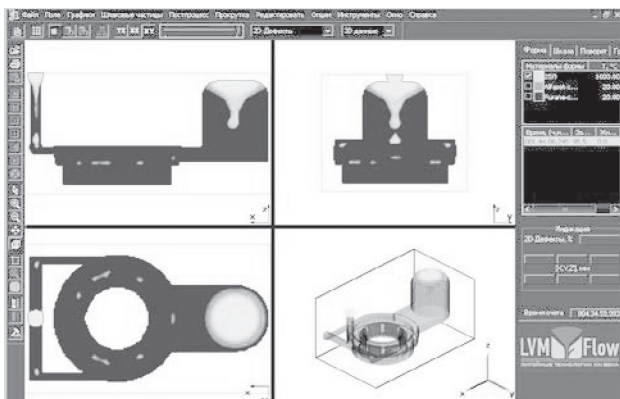


Рис. 8. Результаты моделирования при размерах прибыли:
 $D = 310 \text{ мм}$, $H = 310 \text{ мм}$

Выводы

При выборе альтернативных путей устранения пористости, связанных либо с добавлением прибылей по бокам отливки, либо с увеличением объема прибыли, должен быть сделан выбор в пользу второй альтернативы, так как при добавлении двух дополнительных прибылей результат не улучшился.

Литература

1. Авербух, Н. И. Типизация в сталелитейном производстве [Текст] / Н. И. Авербух. — М.: Машиностроение, 1987. — 138 с.
2. Титов, Н. Д. Технология литейного производства [Текст] / Н. Д. Титов, Ю. А. Степанов. — М.: Машиностроение, 1985. — 404 с.

3. Могилев, В. К. Справочник литейщика [Текст] / В. К. Могилев, О. И. Лев. — М.: Машиностроение, 1988. — 274 с.
4. Акимов, О. В. Анализ погрешностей формообразования отливок колес турбин турбокомпрессоров для наддува ДВС на этапе изготовления их восковых моделей [Текст] / О. В. Акимов, В. А. Солошенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2003. — № 3(3). — С. 11–18.
5. Акимов, О. В. Экспериментальные исследования и компьютерное моделирование материалов для блок-картера ДВС [Текст] / О. В. Акимов, А. П. Марченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2008. — № 5/1(35). — С. 52–57.
6. Акимов, О. В. Компьютерно-интегрированное проектирование литых деталей ДВС [Текст] / О. В. Акимов, А. П. Марченко // Ползуновский вестник. — Алтайский государственный технический университет им. Ползунова. — 2007. — Вып. 4.
7. Краснокутский, Е. А. Компьютерное моделирование процессов кристаллизации литой детали в кокиле [Текст] / Е. А. Краснокутский // Технологический аудит и резервы производства. — 2012. — № 1(3). — С. 3–8.
8. Савченко, Ю. Э. Применение компьютерно-интегрированных систем и технологий в производстве поршней [Текст] / Ю. Э. Савченко // Технологический аудит и резервы производства. — 2012. — № 1(3). — С. 8–13.
9. Алёхин, В. И. Моделирование мест проявления дефектов усадочного характера при проектировании литых деталей ДВС [Текст] / В. И. Алёхин, А. В. Белогуб, А. П. Марченко, О. В. Акимов // Металл и литье Украины. — Киев, 2010. — № 12. — С. 27–30.
10. Алёхин, В. И. Компьютерное моделирование процессов при производстве литых деталей двигателя [Текст] / В. И. Алёхин, О. В. Акимов, А. П. Марченко // Литейное производство. — Москва, 2010. — № 9. — С. 31–33.
11. Ресурсосберегающие технологии в литейном производстве [Текст]: справочное пособие [Текст] / Д. А. Дёмин, Е. Б. Дёмина, О. В. Акимов и др.; под общ. ред. Д. А. Дёмина. — 1 изд. — Х.: Технологический Центр, 2012. — 320 с.
12. Дьомін, Д. О. Рішення оптимізаційних задач в дипломному проектуванні магістрів за спеціальністю «Обладнання та технології ливарного виробництва» [Текст] / Д. О. Дьомін // Технологический аудит и резервы производства. — 2012. — №2(4). — С. 3–14.

ВИЯВЛЕННЯ РЕЗЕРВІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ КОРПУСНИХ ВИЛИВКІВ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ОСНАЩЕННЯ

Стаття відображає результати досліджень можливостей виявлення резервів підвищення якості фасонних виливків на основі проведення комп'ютерного моделювання процесів заливки ливарних форм. Для моделювання використані програмні продукти Solid Works і LVMFlow. Метою такого моделювання є прогнозування і визначення ймовірного утворення дефектів в тілі вилівка, не проводячи при цьому експериментів на практиці, що значно скорочує витрату матеріалів і час отримання результатів.

Ключові слова: сталь, втулка колекторна, надлишок, пористість, комп'ютерне моделювання.

Насирова Вероніка Альбертовна, кафедра литейного виробництва, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: litvo11@kpi.kharkov.ua.

Насирова Вероніка Альбертівна, кафедра ливарного виробництва, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Nasyrova Veronika, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: litvo11@kpi.kharkov.ua.