

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОЙ ОТЛИВКИ ЛИТЬЕМ ПОД НИЗКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Горбунова Дарья Сергеевна, студент
E-mail: Dasha-nt@inbox.ru

НТИ (филиал) УрФУ
г. Нижний Тагил, РФ

Аннотация. В статье описана технология изготовления отливок литьем в песчаные стержни и литьем под давлением. Отражены недостатки и преимущества данных видов литья. Представлено компьютерное моделирование для технологии изготовления отливки «Картер» методом литья под низким давлением и описаны его результаты. Компьютерная модель технологии литья базируется на геометрических моделях отливки, литниково-питающей системы, холодильников и элементов формы. Поверхности исходной геометрической модели используются программой *LVMFlow* при симуляции технологии методом контрольных объемов, который учитывает расположение фрагментов поверхностей в ячейках расчетной сетки. Программа *LVMFlow* позволяет без натуральных экспериментов (а значит, без затрат дополнительных средств) провести оптимизацию литниковой и других систем и, следовательно, избежать многих литейных дефектов. Литье под низким давлением исключает применение крупногабаритной прибыли, что существенно снижает вес литниково-питающей системы и положительно влияет на экономию шихтовых материалов.

Ключевые слова. Изготовление отливок, алюминиевое литье, литейное производство, металлургия, компьютерное моделирование.

На АО «НПК «Уралвагонзавод» из алюминия изготавливают отливку «Картер» по технологии литья в песчаные формы (стержни). Данная технология имеет ряд преимуществ. Но помимо преимуществ литье в песчаные формы данной детали имеет массу недостатков.

Литье в песчаные формы до сих пор является достаточно широко применяемым методом. Основными *недостатками* такого способа литья является большая трудоемкость, невысокая производительность, низкая точность размеров, повышенная шероховатость поверхности. К наиболее существенным недостаткам относятся следующие: недостаточно хорошее качество получаемых отливок (большие припуски на механическую обработку, плохая поверхность, невысокие механические свойства), значительный брак, большой расход металла на литниковую систему [2]. К *преимуществам* можно отнести универсальность, а значит, получение отливок любой массы и сложности из литейных алюминиевых сплавов, а также относительно быстрый цикл производства.

Главное преимущество литья в песчаные формы – простота и дешевизна процесса изготовления отливок. Этот способ не ограничен по размерам, массе и конфигурации отливок.

В данной технологии для питания отливки используют массивную прибыль. Масса данной и литниково-питающей системы почти одинакова, что отрицательно влияет на коэффициент выхода годного. На рис. 1 изображена отливка с литниково-питающей системой и прибылью.

При этом способе литья значительно сокращается расход металла на литниковые системы, благодаря чему возрастает выход годного [1].

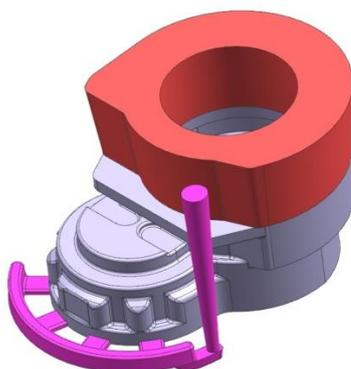


Рис. 1. Отливка «Картер» с литниково-питающей системой

Если изготавливать отливку литьем под низким давлением, то это исключит применение массивных прибылей. Для того чтобы понять, подойдет ли данный вид литья для отливки «Картер» используем компьютерное моделирование в программе *LVMFlow*.

Программа *LVMFlow* позволяет без натуральных экспериментов (а значит, без затрат дополнительных средств) провести оптимизацию литниковой и других систем и, следовательно, избежать многих литейных дефектов [3].

Компьютерная модель технологии литья базируется на геометрических моделях отливки, литниково-питающей системы, холодильников и элементов формы, которые транслируются в препроцессор САПР (система автоматизированного проектирования) литейной технологии *LVMFlow* из *3D CAD* (рис. 2).

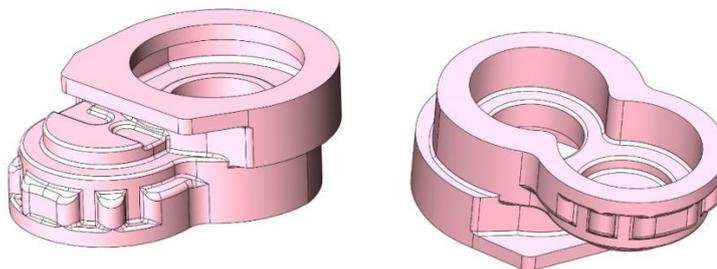


Рис. 2. 3-D модель отливки «Картер»

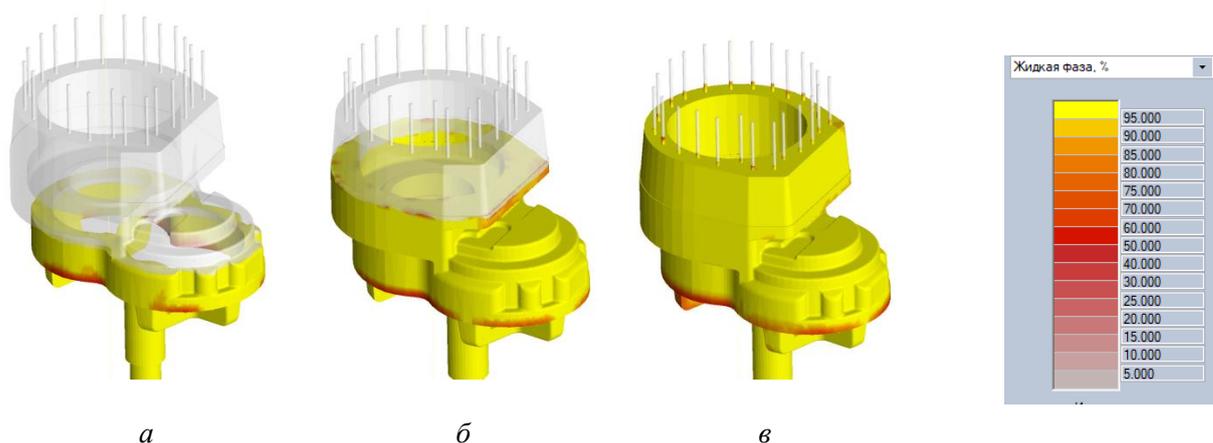
Поверхности исходной геометрической модели используются программой *LVMFlow* при симуляции технологии методом контрольных объемов, который учитывает расположение фрагментов поверхностей в ячейках расчетной сетки.

Исходные данные к компьютерному моделированию:

Температура заливки	700 °С
Масса металла в тигле	128 кг
Отливка	49,8 кг
ЛПС	26,35 кг
Масса куста	76,15 кг

К начальным условиям компьютерной модели относится начальная температура расплава (700 °С), а также начальная температура формы (20 °С).

На первом этапе анализа литейной технологии моделировали процесс заливки литейной формы. На рис. 3 показан процесс заполнения формы.



a

б

в

Рис. 3. Процесс заполнения формы:

a – 20 с после начала подачи давления, металл заполнил нижнюю часть отливки;

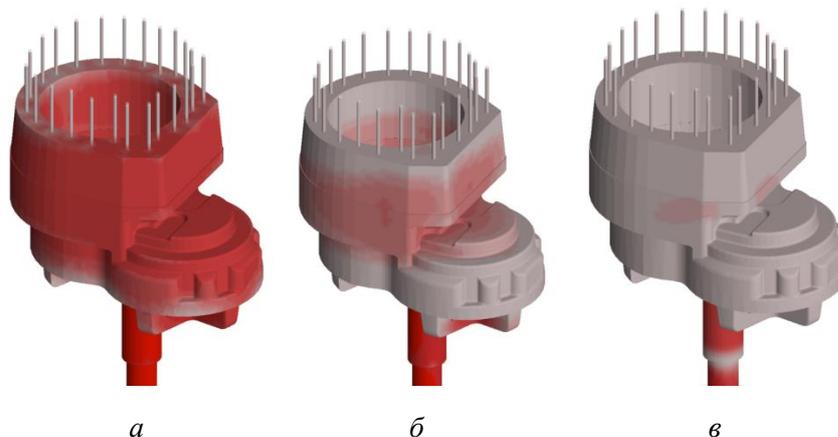
б – 27 с после начала подачи давления, металл заполнил форму отливки;

в – 40–45 с после начала подачи давления, металл заполнил всю форму

После заполнения формы давление действует на расплав, который из тигля через металло-провод поступает в затвердевающую отливку, питает ее. Благодаря этому усадочная пористость в таких отливках уменьшается, а плотность и механические свойства возрастают.

Следующий этап анализа включал моделирование процесса затвердевания металла в литейной форме и оценку дефектов усадочного характера, таких как раковины и усадочная пористость.

Спустя 14,5 мин прекращается подача давления, процесс кристаллизации продолжается (рис. 4).



a

б

в

Рис. 4. Процесс кристаллизации после окончания подачи давления:

a – 3,5 мин после окончания подачи давления – жидкой фазы около 30 %;

б – 11,5 мин после окончания подачи давления – жидкая фаза в тепловых узлах около 15 %;

в – процесс кристаллизации практически закончен

Из рис. 4, *в* видно, что после затвердевания отливки тепловые узлы еще имеют жидкую фазу, что может привести к образованию дефектов усадочного характера. Для оценки усадки рассмотрим рис. 5.

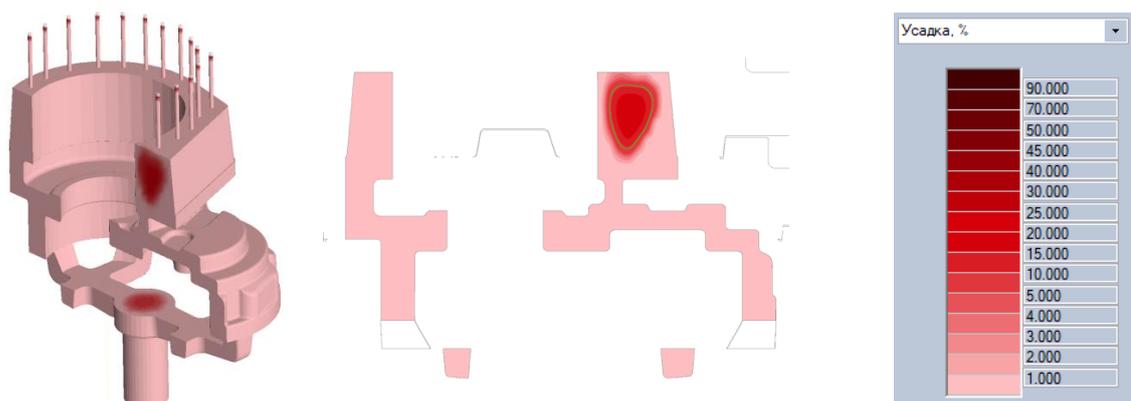


Рис. 5. Анализ усадочных дефектов

Как видно из рис. 5, усадка концентрируется в прибыли без выхода в отливку. Из этого можно сделать вывод, что прибыль работает эффективно.

В результате проведенного компьютерного моделирования для технологии изготовления отливки «Картер» методом литья под низким давлением можно сделать вывод, что предложенная технология обеспечивает высокое качество литой детали, исключает применение крупногабаритной прибыли, что существенно снижает вес литниково-питающей системы и положительно влияет на экономию шихтовых материалов (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная таблица норм расхода шихтовых материалов для производства отливок из алюминиевого сплава АК7ч

Весовые показатели	Картер в стержни, на деталь, кг	Картер под низким давлением, на деталь, кг
Вес детали	37,200	37,200
Вес отливки	49,300	49,800
Вес литников и прибылей	47,320	26,350
Вес жидкого металла	103,951	81,928

Библиографический список

1. Титов, Н. Д. Технологий литейного производства / Н. Д. Титов, Ю. А. Степанов. – Москва : «Машиностроение», 1974. – 472 с.
2. Казаков, Н. Ф. Технология металлов и других конструкционных материалов : учебное пособие / Н. Ф. Казаков, А. М. Осокин, А. П. Шишкова ; ред. О. А. Лукашевич. – Москва : Металлургия, 1976. – 688 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 688.
3. Агеев, М. А. *LVMFlow* – трехмерное моделирование литейных процессов / М. А. Агеев, А. Г. Рыпало, В. В. Турищев // CADmaster. – № 2(22). – 2004. – С. 38–40.