

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА БОРИРОВАНИЯ ОТЛИВКИ ПУТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Г. А. Мустафин, Т. В. Мустафина, И. В. Марширов

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

В статье рассматривается возможность использования компьютерной программы LVMFlow для разработки технологии борирования отливки «сошник» в процессе ее литья.

Установлено, что на процесс борирования при литье наибольшее влияние оказывает увеличение металлоемкости формы за счет литниково-питающей системы. Увеличение или уменьшение сечения питателя, угла его наклона к отливке, изменение места подвода расплава мало влияют на оптимальное время и на давление в зоне борирования.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, прибыль, борирование, сталь, металлоемкость формы

OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF THE BORATING PROCESS CASTING BY COMPUTER SIMULATION

G. A. Mustafin, T. V. Mustafina, I. V. Marshirov

Altai State Technical University, Barnaul, Russia

In the article opportunity of using of computer program LVMFlow for development of the borating technology of the casting «plowshare» is considered. It was established that the increase of metal consumption of form by gating system has the great influence on borating process by casting. The increase or decrease of feeder section, its angle of inclination to casting, a change of feeding location of melt impact slightly on the optimum time and pressure at the area of borating.

Ключевые слова: computer simulation, riser, borating, steel, metal consumption of form

Одной из современных тенденций конструирования деталей машин является использование дешевых материалов и создание в местах интенсивного воздействия со стороны других деталей поверхностей с особыми свойствами. Для этого часто используют химико-термические способы упрочнения. В связи с этим имеет смысл использовать для изготовления детали «сошник» вместо дорогостоящих легированных сталей дешевую литую сталь 25Л с упрочнением поверхности, испытывающей интенсивный износ. Известны способы упрочнения борированием в процессе литья [1, 2]. Опытным путем установлено, что значительный борированный слой из обмазки образуется при литье стали и чугуна при наличии температуры в зоне контакта формы с отливкой более 850 °С в течение не менее 400 секунд. При этом толщина борированного слоя на чугунной отливке составляла 0,65 – 2 мм. Такое условие

обеспечивается определенной приведенной толщиной отливки [2].

Наличие этих данных позволяет проанализировать возможность получения борированного слоя на любой отливке. Наиболее удобно сделать это с помощью компьютерной программы LVMFlow. Анализ проведен для стальной отливки «сошник» (рисунок 1). Цветом выделены поверхности, которые необходимо подвергнуть борированию из обмазки при литье.

После проведения необходимых расчетов и их корректировки с помощью компьютерной программы LVMFlow построена 3D модель отливок (рисунок 2). Изменение температуры в зоне борирования для приведенной конструкции литниковой системы приведено на рисунке 3, а изменение давления в зоне борирования – в таблице 1.

В таблице 2 приведены входные данные, используемые при моделировании.

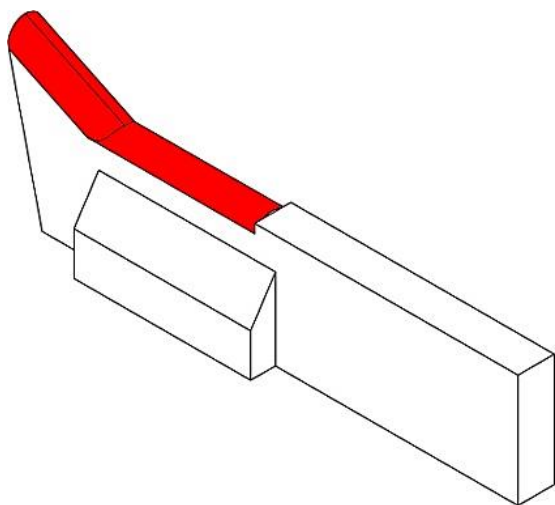


Рисунок 1 – Сошник

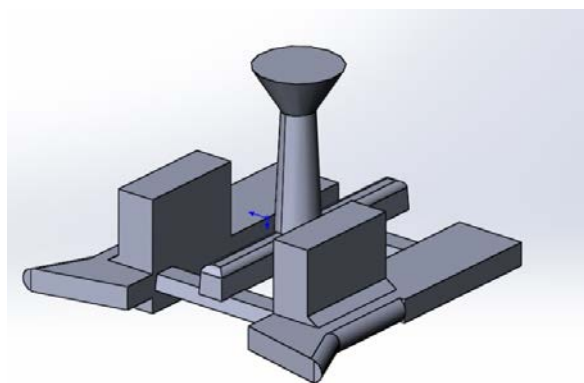


Рисунок 2 – 3D модель отливок

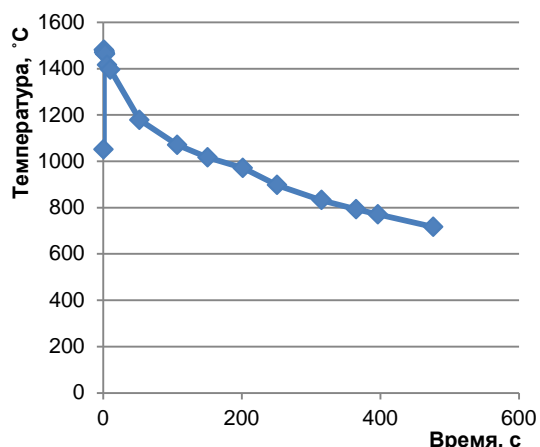


Рисунок 3 – Температура борлируемой поверхности при наличии прибыли

Таблица 1 – Давление в зоне борирования при наличии прибыли

Время, с.	Скорости, м/с.	Давление, Бар.
0,761322	0,003473	0,000012
0,802868	0,010981	0,000093
0,902283	0,002109	0,001355
1,003351	0,005295	0,005502
1,101282	0,001333	0,006606
1,202419	0,001339	0,009235
1,300630	0,001353	0,011852
1,401006	0,001438	0,019182
1,502836	0,001657	0,026854
1,602666	0,002833	0,032953
1,703219	0,004872	0,039322
1,748147	0,005453	0,044093

Таблица 2 – Входные данные

Параметры	T, °C
Температура заливки стали 25Л	1560
Температура формовочной смеси N3	20
Температура воздуха	20

Как видно из рисунка 3, борлируемая поверхность находится при температуре выше 850 °C в течение 310 секунд. Такая продолжительность контакта поверхности отливки с боросодержащей обмазкой песчаного стержня не обеспечит образование на ней необходимого слоя. Это говорит о том, что приведенная толщина отливки недостаточна для создания оптимальных условий для борирования. Для повышения этого показателя необходимо повышать металлоемкость формы, например, за счет увеличения массы (высоты) прибыли.

При увеличении высоты прибыли на 20 мм значения температуры (рисунок 4) и давления (таблица 3) заметно повышаются. Как видно из рисунка 4 и таблицы 3, время для оптимального борирования t_{opt} , увеличилось с 310 до 350 секунд, а давление с 0,044 бар до 0,064 бара. При повышении давления в зоне борирования происходит улучшения контакта металла отливки с обмазкой, что благоприятно сказывается на процессе борирования.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА БОРИРОВАНИЯ ОТЛИВКИ ПУТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

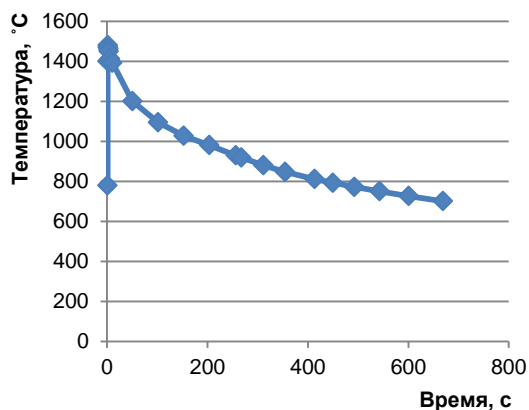


Рисунок 4 – Температура борлируемой поверхности при увеличении высоты прибыли на 20 мм

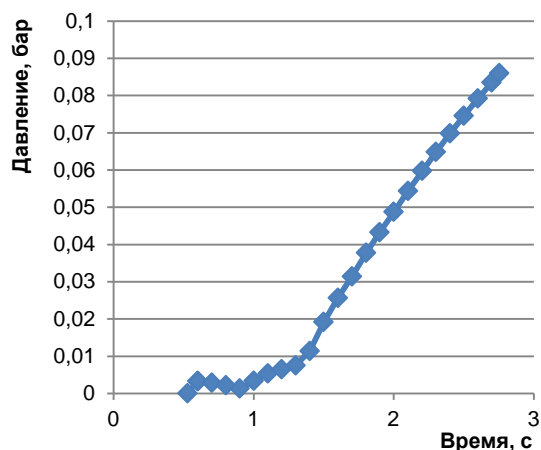


Рисунок 6 – Давление при открытой прибыли

Таблица 3 – Давление при увеличении высоты прибыли

Время, с.	Скорости, м/с.	Давление, Бар.
0,817151	0,013805	0,000012
0,903085	0,009359	0,000092
1,002674	0,001520	0,003645
1,103483	0,001661	0,004601
1,200055	0,001916	0,007421
1,503554	0,001727	0,025091
1,603272	0,001800	0,031093
1,801008	0,001936	0,043641
2,004363	0,001871	0,055200
2,014715	0,001891	0,055984
2,032073	0,001393	0,063971

Дальнейшее увеличение высоты прибыли и превращение ее из закрытой в открытую приводит к дальнейшему увеличению времени $t_{\text{опт}}$ и давления в зоне борирования (рисунки 5 и 6).

Как следует из рисунков, время $t_{\text{опт}}$ увеличилось до 527 секунд, а давление в зоне борирования – до 0,09 бар.

Установлено при дальнейшем моделировании, что увеличение или уменьшение сечения питателя, угла его наклона к отливке, изменение места подвода расплава мало влияют на оптимальное время и на давление в зоне борирования. Только увеличение высоты стояка до 250 мм совместно с открытой прибылью обеспечивают рост времени до 550 секунд. Следовательно, наиболее существенным способом продления времени борирования рассматриваемой отливки является увеличение металлоемкости формы за счет литниково-питающей системы. В этом случае необходимо считаться с уменьшением такого важного показателя, как выход годного за счет увеличения расхода металла на литниково-питающую систему.

Несомненно, время $t_{\text{опт}}$ можно увеличить также путем уменьшения теплопроводности формы за счет сушки форм перед заливкой и применением формовочных материалов с низкой теплопроводностью. Благоприятно на этот показатель может повлиять и повышение температуры заливки, хотя нужно считаться с увеличением расхода энергии на перегрев металла и склонности к образованию пригара и усадочных дефектов.

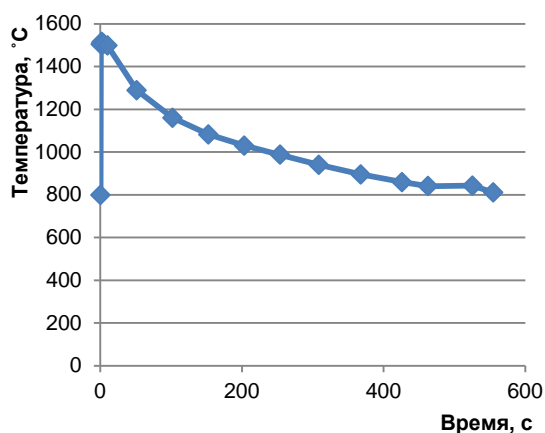


Рисунок 5 – Температура борлируемой поверхности при открытой прибыли

В заключении хотелось бы отметить, что с помощью компьютерного моделирования можно проанализировать возможность борирования и проведения других способов химико-термической обработки при литье любой отливки.

Список литературы

1. Гурьев М.А. Повышение износостойкости деталей машин и инструмента поверхностным легированием при производстве литых изделий.:Дисс. на соиск. ученой степени канд. техн. наук. - Барнаул, 2010. - 191 с.

2. Мустафин Г.А., Мустафина Т.В., Марширов И.В. Оптимизация процесса борирования чугуна при литье. // Ползуновский вестник. – 2015. - № 3. – с. 15-20.

***Мустафин Геннадий Акрамович – к.т.н., доцент
Мустафина Татьяна Владимировна – инженер
Марширов Игорь Викторович – к.т.н., доцент***

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