

УДК 004.421+621.74:753

Приходько О. В., Абдулов А. Р., Лапченко А. В.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМА ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ОПОЧНОЙ ОСНАСТКИ

Конкурентоспособность любого современного предприятия во многом зависит от себестоимости выпускаемой продукции, которая, в свою очередь, находится в прямой зависимости от эффективности использования энергоресурсов и материалов. Одной из важнейших задач, которую необходимо решать в современных условиях, является эффективное использование всех ресурсов при одновременном сохранении качества выпускаемых изделий.

Особенностью литейного производства является потребление большого количества разнообразных исходных материалов. По данным ведущих предприятий Украины в настоящее время на 1 т готовых отливок расходуется от 4 до 8 т различных материалов, в том числе свежих формовочных песков [1].

Одним из путей повышения эффективности производства и снижения себестоимости выпускаемой продукции литейного цеха является уменьшение удельного расхода формовочных смесей, что особенно актуально при применении популярных в настоящее время дорогостоящих холоднотвердеющих составов [2]. Эта задача может решаться за счет эксплуатации полупостоянных, двухслойных или тонкостенных форм, изготовленных в специализированной оснастке или же путем рационального использования существующего на предприятии парка опок.

Размеры опок, применяемых для изготовления разовых песчаных форм, а также количество и размещение отливок в форме, оказывают непосредственное влияние на расход формовочных материалов. Неоправданно завышенные габариты опок значительно увеличивают удельный расход формовочных смесей, а уменьшение размеров опок при одном и том же количестве моделей может привести к обвалу формы и утечке металла во время заливки.

При решении вопроса выбора размеров опок чаще всего руководствуются обобщенными практическими данными, стремясь к минимальному расходу формовочной смеси с учетом обеспечения достаточной общей и поверхностной прочности формы, что в реальных условиях производства не всегда выполнимо.

Целью настоящей работы является разработка алгоритма определения размеров опок для уменьшения удельного расхода формовочной смеси.

Задача по определению количества отливок в форме и выбору габаритных размеров опок в свету может выполняться в двух вариантах:

- определяются размеры опоки путем их расчета при условии соблюдения норм на расстояния между кромками отливок, элементами литниковой системы и стенками опоки;
- в опоке заданных размеров, соответствующих выбранному формовочному агрегату, располагаются отливки при условии рационального использования площади опоки, но с соблюдением расстояния между кромками отливок, элементами литниковой системы и стенками опоки.

В единичном и мелкосерийном производстве иногда возникает необходимость изготовить в одной форме разные отливки. В этом случае отливки должны быть подобраны так, чтобы они имели примерно одинаковую толщину стенки, габаритные размеры и массу.

В продолжении работы [3] авторами предлагается алгоритм, схема которого (рис. 1) предусматривает решение задачи по выбору размеров литейных опок и расчет удельного расхода формовочной смеси.

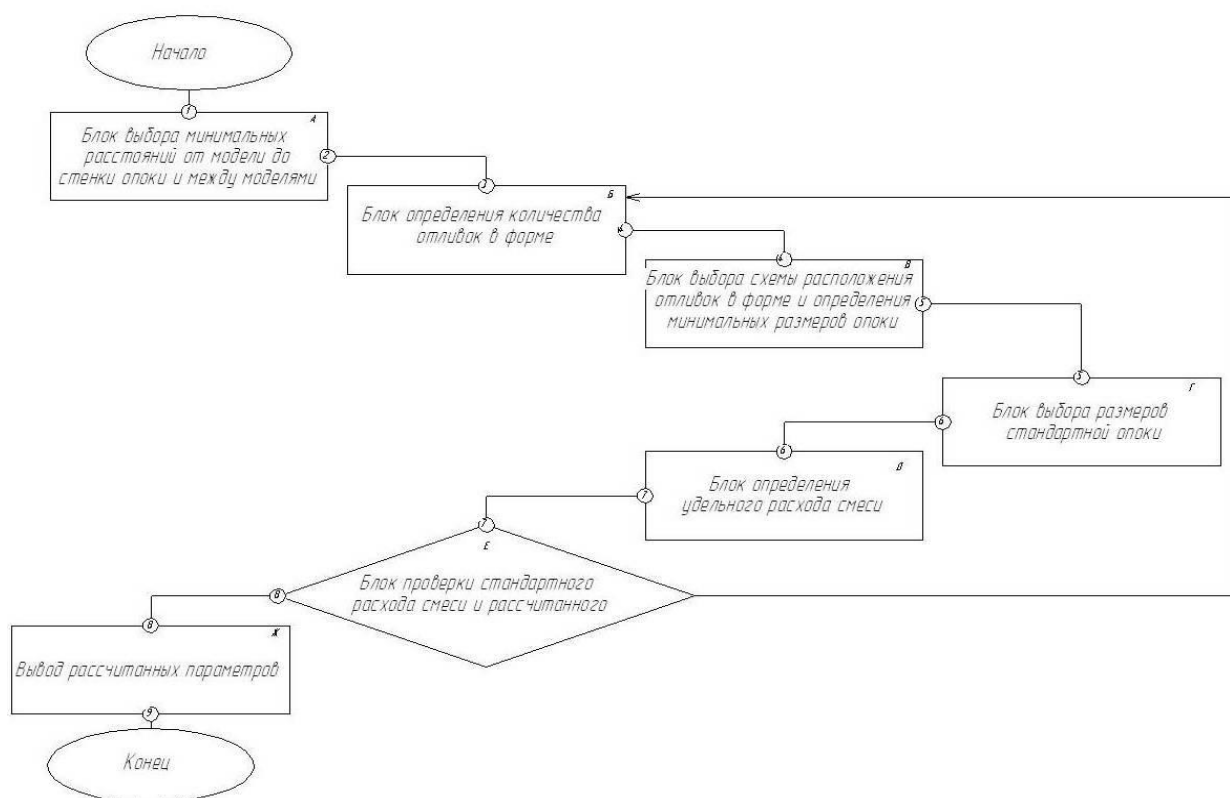


Рис. 1. Схема алгоритма автоматизированного определения размеров опок

Алгоритм состоит из 6 основных блоков:

- блок выбора минимальных расстояний от модели до стенки опоки и между моделями;
- блок определения количества отливок в форме;
- блок выбора схемы расположения отливок в форме и определения минимально допустимых размеров опоки;
- блок выбора размеров стандартной опоки;
- блок расчета удельного расхода смеси;
- блок вывода расчетных данных.

В первом блоке алгоритма на основании данных о массе отливки и прочностных свойствах применяемой формовочной смеси определяются минимально допустимые расстояния от кромок модели до верха, низа и стенок опоки и между моделями [4].

Второй блок алгоритма предназначен для определения количества отливок в форме. Исходными данными для решения задачи являются масса отливки и заданная серийность производства. Схема работы блока показана на рис. 2. При вводе информации о количестве располагаемых отливок в форме анализируется возможность и целесообразность их размещения с учетом массы отливки. Алгоритмом предусматривается возможность размещения в форме до 6 отливок. В случае ввода некорректных данных в блоке существует возможность их редактирования.

В третьем блоке на основании данных о количестве отливок в форме предлагаются возможные типовые схемы их расположения. При выборе конкретной схемы и вводе информации о габаритных размерах модели отливки по положению в форме с учетом размеров прибылей и стержневых знаков, определяются минимально допустимые длина, ширина и высота верхней и нижней опок в свету. При этом учитываются данные, полученные в первом блоке.

Расчеты минимально допустимых длины L_0 и ширины B_0 опок, в зависимости от количества размещаемых в форме отливок, их взаимного расположения и размещения литниковой системы, могут проводиться по формулам, представленным в таблице 1.

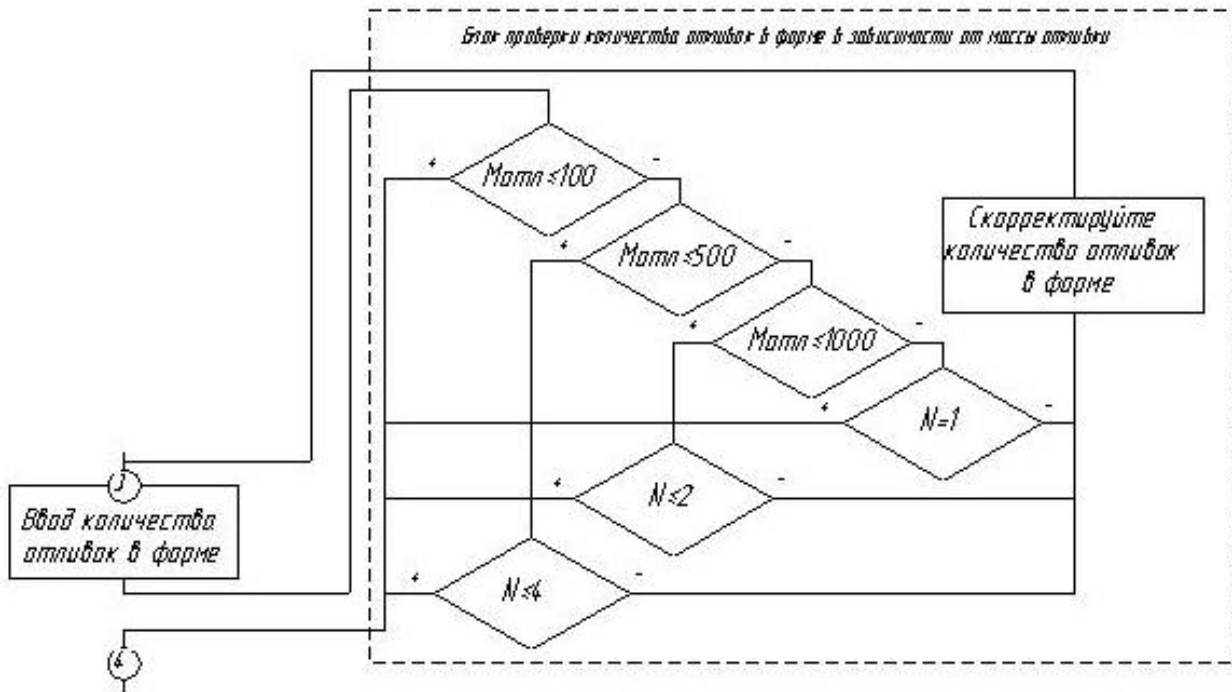



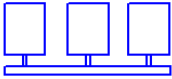
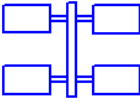
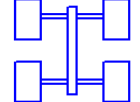
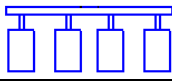
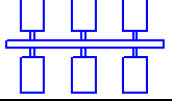
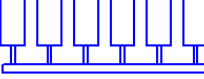
Рис. 2. Схема работы блока определения количества отливок в форме

Таблица 1

Расчетные формулы для определения минимально допустимых размеров опок

| Количество отливок в форме | Типовая схема размещения отливок | Расчетная формула * |
|----------------------------|----------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | | $L_0 = 2c + L + m,$ $B_0 = 2c + B.$ |
| | | $L_0 = 2c + L,$ $B_0 = 2c + B + m.$ |
| 2 | | $L_0 = 2c + 2B + k,$ $B_0 = 2c + L + m.$ |
| | | $L_0 = 2c + 2B + 2m,$ $B_0 = 2c + L.$ |
| | | $L_0 = 2c + 2L + 2m,$ $B_0 = 2c + B.$ |
| | | $L_0 = 2c + 2L + k,$ $B_0 = 2c + B + m.$ |

Продолжение табл. 1

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|--|
| 3 |  | $Lo = 2c + 3L + 2k,$ $Bo = 2c + B + m.$ |
| |  | $Lo = 2c + 3B + 2k,$ $Bo = 2c + L + m.$ |
| 4 |  | $Lo = 2c + 2L + 2m,$ $Bo = 2c + B + k.$ |
| |  | $Lo = 2c + 2B + 2m,$ $Bo = 2c + 2L + k.$ |
| |  | $Lo = 2c + 4B + 3k,$ $Bo = 2c + L + m.$ |
| 6 |  | $Lo = 2c + 3B + 2k,$ $Bo = 2c + 2L + 2m.$ |
| |  | $Lo = 2c + 6B + 5k,$ $Bo = 2c + L + m.$ |

* где L , B – длина и ширина модели соответственно; c – минимально допустимое расстояние от кромки модели до стенки опоки; k – минимально допустимое расстояние между моделями; m – расстояние между кромкой модели и литниковым ходом.

Высоты верхней и нижней опок могут быть рассчитаны аналогично. Схема работы блока показана на рис. 3.

В четвертом блоке разработанного алгоритма (рис. 4) на основании информации о рассчитанных минимально допустимых размерах верхней и нижней опок в свету при помощи цепочек логических элементов предусмотрен выбор стандартных размеров опок путем поэтапного сравнения полученных расчетных значений со стандартными, согласно ГОСТ 2133-75 «Опоки литейные. Типы и основные размеры», и округления результатов в большую сторону.

Пятый блок разрабатываемого алгоритма предусмотрен для определения удельного расхода формовочной смеси. Для этого на основании полученных данных о размерах верхней и нижней опок в свету определяется масса формовочной смеси M_{CM} , израсходованной для изготовления формы

$$M_{CM} = \rho_{CM} \cdot [(B_O \cdot L_O \cdot (H_B + H_H)) - \frac{n \cdot (M_{OTL} + M_{PP}) + M_{ЛС} + M_B}{\rho_{ЖМ}}], \quad (1)$$

где ρ_{CM} – плотность формовочной смеси, кг/м³;

B_O , L_O , H_B , H_H – размеры верхней и нижней опок в свету, м;

n – количество отливок в форме;

M_{OTL} – масса отливки, кг;

M_{PP} – масса прибылей на отливку, кг;

$M_{ЛС}$ – масса литниковой системы на форму, кг;

M_B – масса выпоров на форму, кг;

$\rho_{ЖМ}$ – плотность жидкого металла отливки, кг/м³.

Данные о массах отливки и литниково-питающей системы принимаются на основании разработанной литейной технологии.

Удельный расход смеси $M_{смуд}$ может быть рассчитан по формуле

$$M_{смуд} = \frac{M_{см} \cdot 1000}{m \cdot M_{отл}} \quad (2)$$

В процессе разработки литейной технологии при выборе размеров опок могут быть просчитаны и проанализированы несколько возможных вариантов и выбраны наиболее рациональные размеры опок и схема размещения отливок в форме с точки зрения экономии формовочной смеси.

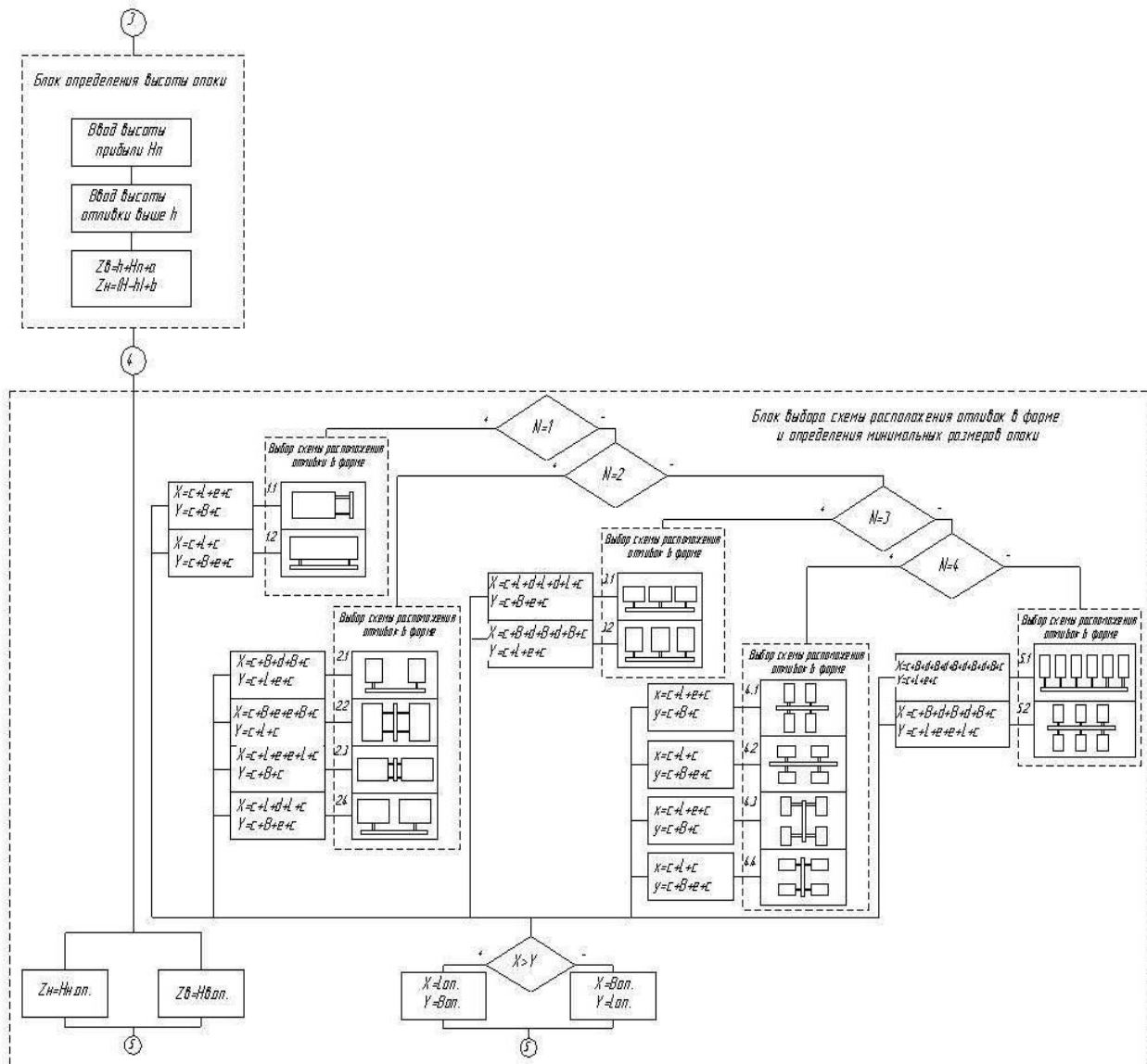


Рис. 3. Блок выбора схемы расположения отливок в форме

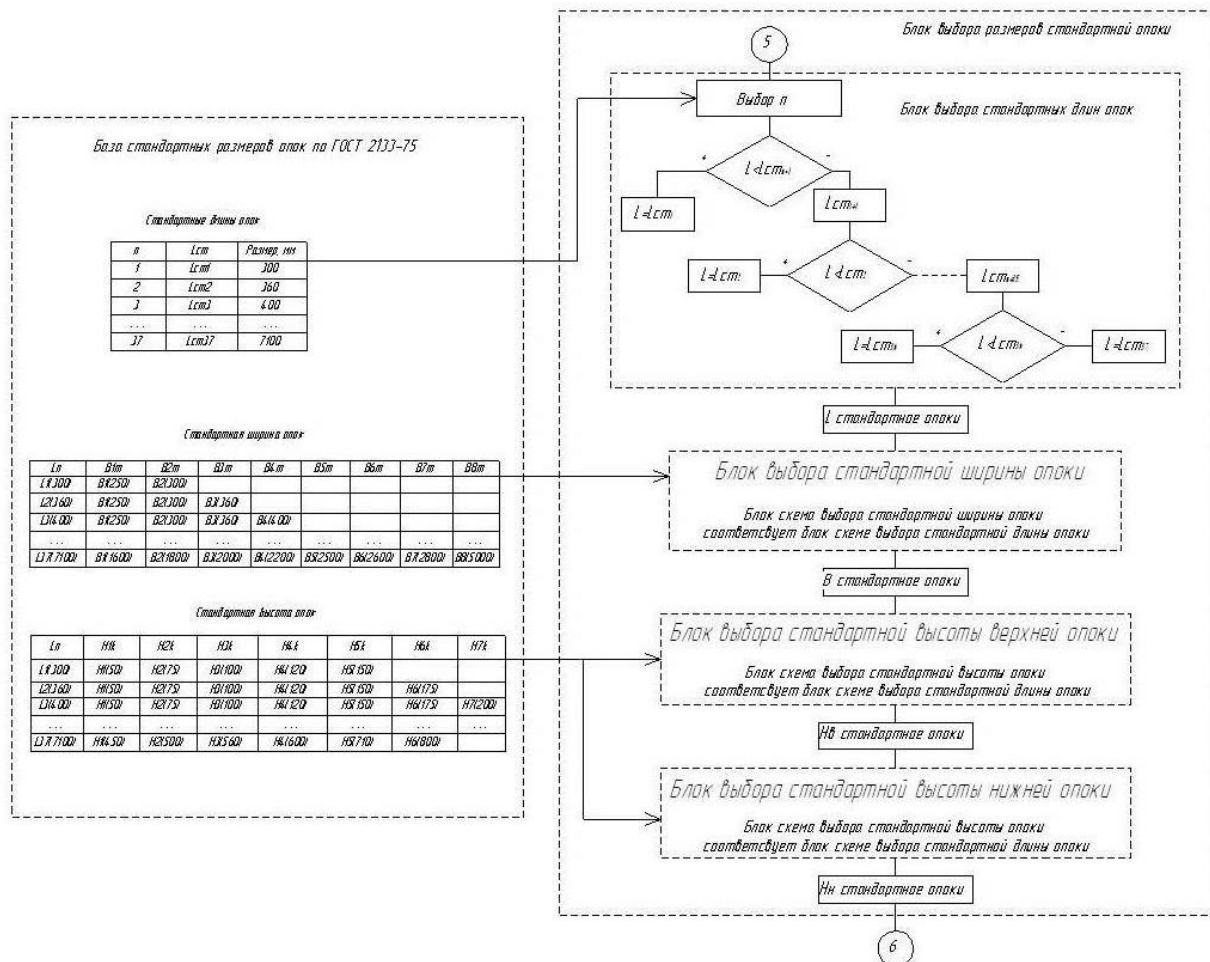


Рис. 4. Алгоритм определения размера стандартной литейной опоки

ВЫВОДЫ

Разработан алгоритм определения размеров литейных опок и расчета удельного расхода формовочной смеси. Данный алгоритм рекомендуется для создания программного обеспечения, позволяющего автоматизировать процесс выбора размеров опочной оснастки при разработке литейной технологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет о научно-исследовательской работе по предоставлению услуг согласно договору У-09-2014. «Проведение исследований и определение удельных норм расхода на сырье, материалы и энергоносители в условиях работы литейных и термообручного цехов предприятия АО «КОРУМ Криворожский завод горного оборудования». – № 0111U007640. –Краматорск : ДГМА, 2014. – С.81.
2. Внедрение высокоэффективных технологий в литейном производстве / В. Ф. Шумаков В. М. Тимошенко В. М. [и др.] // Перспективные технологии, материалы и оборудование в литейном производстве: материалы V международной научно технической конференции. – Краматорск : ДГМА, 2015. – С.191.
3. Туманянц Г. Г. Автоматизированное определения размеров опок / Г.Г. Туманянц, О. В. Приходько // Тяжелое машиностроение. Проблемы и перспективы развития: материалы десятой Международной научно-технической конференции, Краматорск : ДГМА, 2012. – С. 83.
4. Голофасев А. М. Проекування ливарної технології / А. М Голофасев, Ю. В. Криволапчук. – Луганськ : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2004. – С.296.