

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

УДК 621.74.041

В. А. Изотов, Н. А. Родионова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ЗАПОЛНЕНИЯ ПОЛОСТИ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ ПРИ ЛИТЬЕ ТОНКОСТЕННЫХ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П. А. Соловьева

Представлена зависимость загрязненности отливок типа «плита» от значения критерия Рейнольдса, обеспечивающая выбор максимально возможной скорости заполнения, также показана математическая зависимость для выбора минимально возможной скорости заполнения, позволяющие определить оптимальную скорость заполнения полости формы и расчет исполняемых размеров литниковой системы.

Ключевые слова: литье по газифицируемым моделям, минимально допустимая скорость заполнения, максимально допустимая скорость заполнения, «газовая пористость», критическое значение критерия Рейнольдса.

При получении тонкостенных отливок из углеродистых сталей по газифицируемым моделям приходится использовать достаточно высокие скорости заполнения полостей форм. При этом продукты деструкции материала модели могут захватываться расплавом, особенно при условии турбулизации потока. В результате в отливках появляется брак – «газовая пористость». Выбор необходимых скоростей заполнения тонкостенных полостей форм затруднен, так как при недостаточной скорости может возникнуть брак «спай». Это определяет задачу выбора оптимальной скорости заполнения, а если это невозможно, то и выбора необходимого типа литниковой системы: решается проблема определения зоны заполняемости полости литейной формы [1], которая ограничивается максимально возможной скоростью заполнения при отсутствии турбулизации потока и минимально возможной скорости заполнения, которая ограничивается охлаждением фронта потока и возникновением брака «спай». Выбрав оптимальную скорость заполнения, определяем исполняемые размеры литниковой системы.

Для определения правой границы заполняемости полости литейной формы, т. е. оптимально возможной скорости, были проведены работы, которые заключались в заливке экспериментальных блоков, состоящих из пластин различной толщины $\delta = 6, 8, 10$ мм (схема блока представлена на рис. 1). Длина пластин составила $l = 300$ мм, ширина $b = 100$ мм.

Заливка блока производилась из стали марки 35Л, температура заливки составила 1580 °С, разрежение в форме – 50 кПа. Блок после заливки и выбивки представлен на рис. 2.

Загрязненность отливки оценивалась отношением площади газовых включений к площади поверхности пластины, на которой они расположены:

$$Z = S_{г.п}/S_{пл} \quad (1)$$

Опытная отливка с газовыми дефектами на фрезерованной поверхности показана на рис. 3. Результаты по определению степени загрязненности пластин представлены в табл. 1.

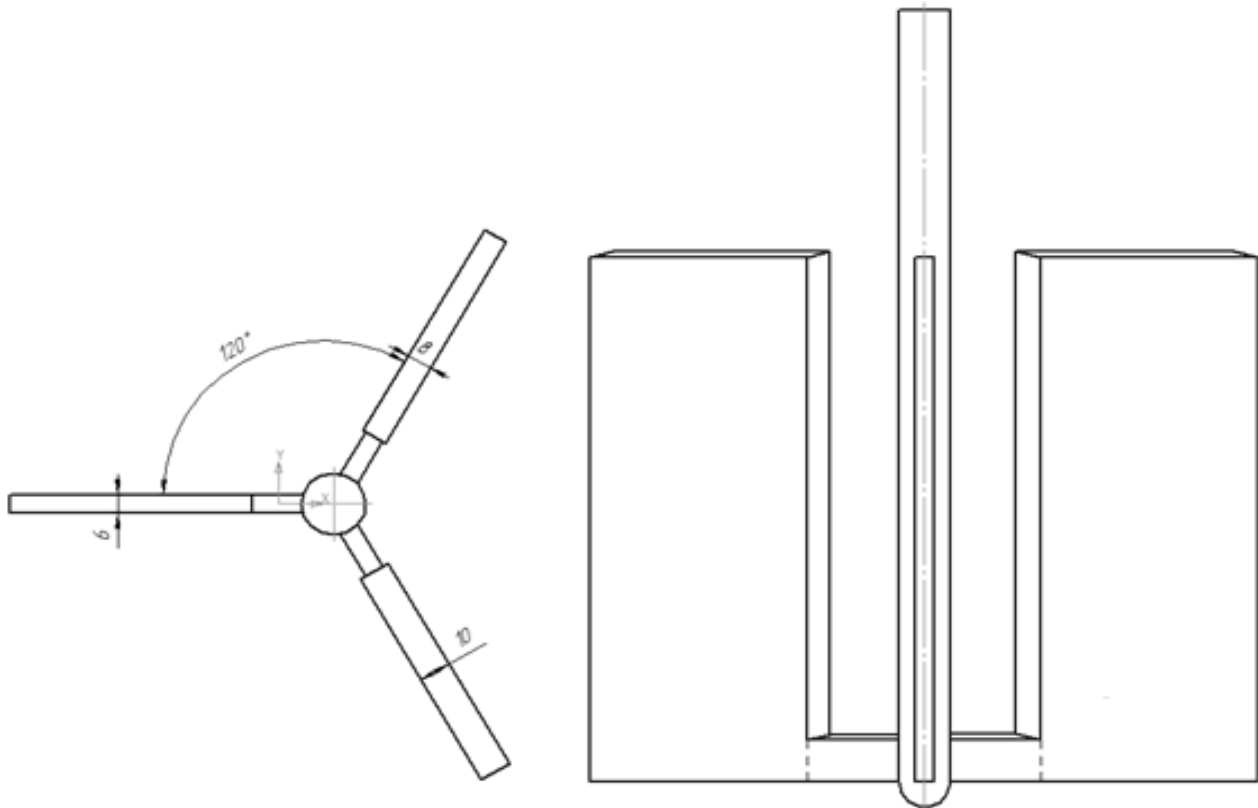


Рис. 1. Схем экспериментального блока



Рис. 2. Залитый блок

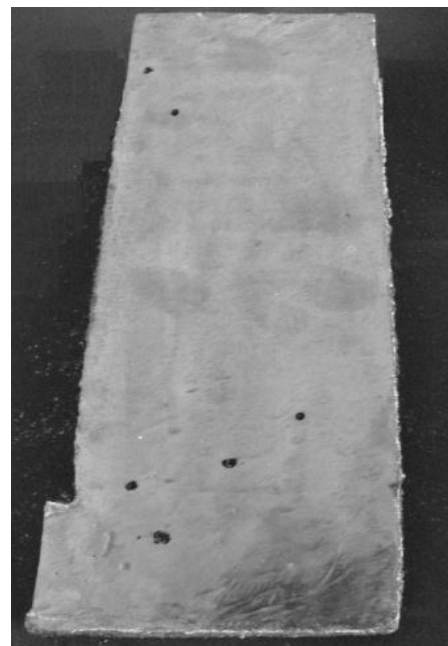


Рис. 3. Пластина с газовыми включениями

Таблица 1

Степень загрязненности пластин газовыми дефектами

Толщина пластины, δ , мм	Скорость заполнения полости формы расплавом, ω , м/с	Степень загрязненности поверхности пластин, Z , %* 10^{-4}
6	0,05	0,045
8	0,05	0,110
10	0,05	0,100
6	0,035	0,030
6 (подвод металла с торца)	0,022	0,024

Для определения оптимально допустимого значения скорости заполнения полости формы воспользуемся оценкой турбулентности потока с помощью критерия Рейнольдса по формуле:

$$Re = \frac{\omega \cdot l}{\nu}, \quad (2)$$

где ω – скорость подъема металла в полости литейной формы, м/с; l_0 – приведенный размер отливки ($l_0 = \delta/2$), мм; ν – кинематическая вязкость расплава, m^2/c .

Расчетные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения критерия Рейнольдса для различных пластин

Толщина пластины, δ , мм	Значение критерия Рейнольдса, Re
6	300
8	400
10	500
6	210
6 (подвод металла с торца)	132

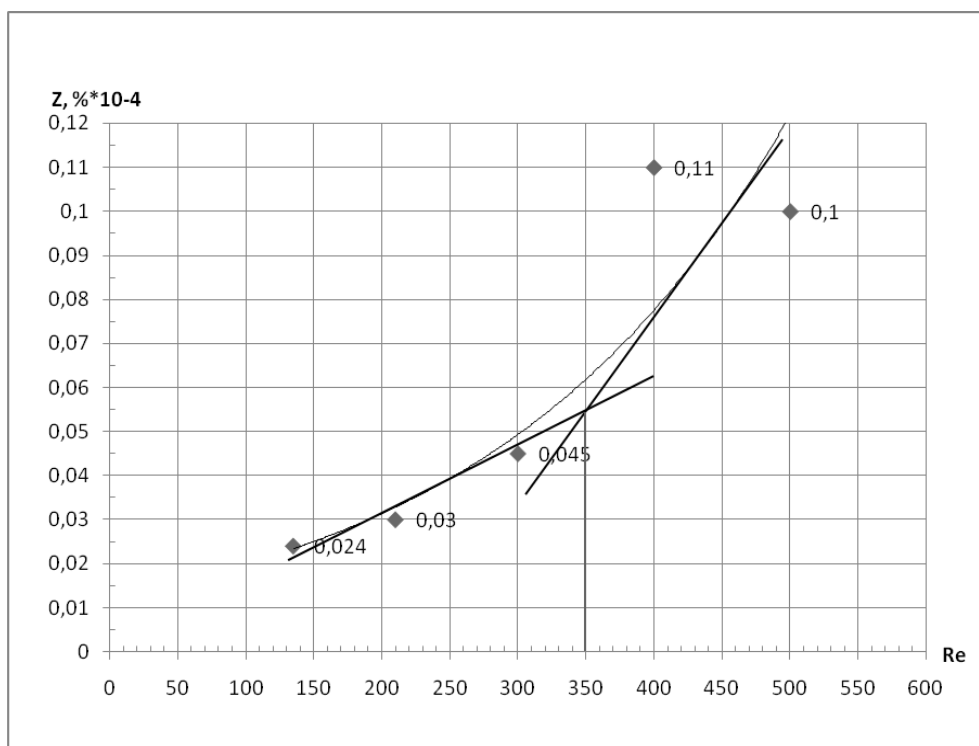


Рис. 4. Зависимость загрязненности пластин газовыми дефектами (Z) от числа Рейнольдса (Re)

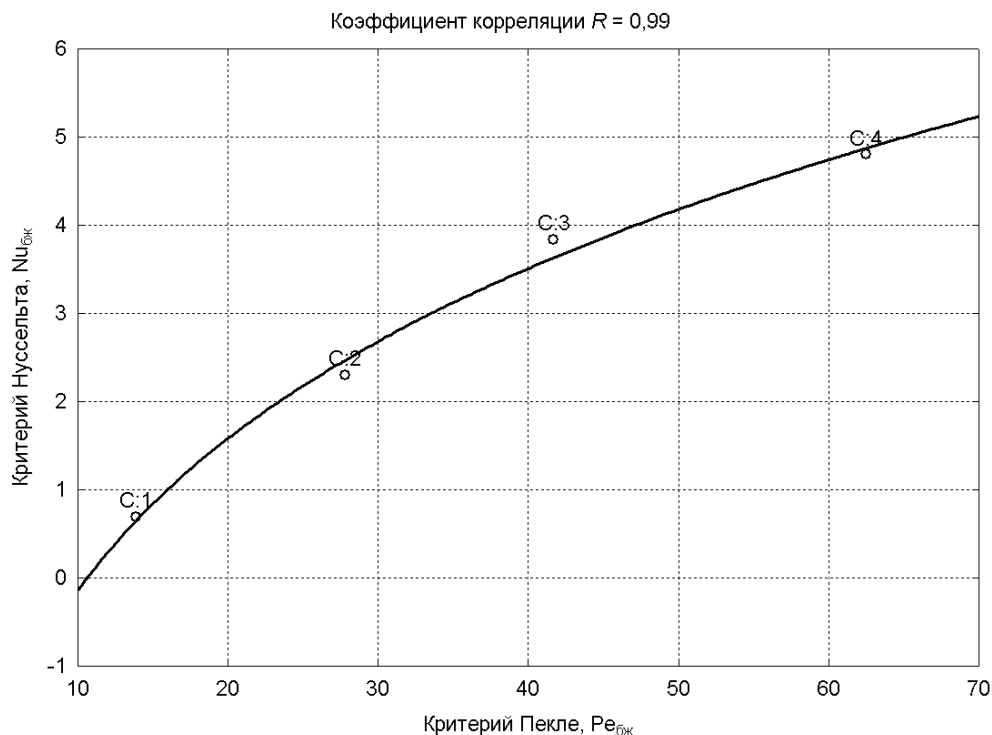


Рис. 5. Зависимость $Nu - Pe$

По результатам экспериментальных данных построена зависимость загрязненности отливок типа «пластина», залитых из стали марки 35Л, газовыми дефектами от числа Рейнольдса (рис. 4) и определено его критическое значение.

Для определения максимальной скорости заполнения необходимо рассчитать приведенные размер полости литейной формы и по критическому значению найти максимально возможную скорость заливки.

Для определения минимально возможной скорости заполнения полости литейной формы воспользуемся ранее полученной математической зависимостью [2]:

$$Nu_{\delta ж} = 9,9 \cdot Pe_{\delta ж}^{0,16} - 14,6; \quad R = 0,99, R^2 = 0,98, Pe_{\delta ж} < 70. \quad (3)$$

График зависимости представлен на рис. 5.

С помощью полученной зависимости определяется минимально возможная скорость заполнения полости формы [3]:

$$\omega = \frac{y}{\frac{c \cdot \rho \cdot l_0}{\alpha} \cdot \left(1 + \frac{b_m}{b_\phi}\right) \cdot \ln \frac{T_{\text{зал}} - T_{\text{ф.н}}}{T_{\text{л}} - T_{\text{ф.н}}}}. \quad (4)$$

Оптимальную скорость заполнения выбираем из области, образованной минимальной и максимальной скоростями, и по ней рассчитываем исполняемые размеры литниковой системы. Если область заполняемости стремится к нулю, то необходимо менять тип литниковой системы.

Библиографический список

1. **Чистяков, В.В.** Методы подобия и размерности в литейной гидравлике / В.В. Чистяков. – М.: Машиностроение, 1990. – 224 с.

2. Родионова, Н. А. Охлаждение фронта потока в полости литейной формы при литье по газифицируемым моделям / Н. А. Родионова, В. А. Изотов // Взаимодействие науки и литейно-металлургического производства: материалы IV Всероссийской научно-технической конференции. – Самара, 2012.
3. Изотов, В. А. Технология литейной формы. Литье в песчаные формы: учеб. пособие / В. А. Изотов, А. А. Акутин, А. С. Равочкин. – Рыбинск: РГАТА им. П. А. Соловьева, 2011. – 116 с.

*Дата поступления
в редакцию 05.02.2013*

V. A. Izotov, N. A. Rodionova
**THE OPTIMAL MOLD CAVITY FILLING SPEED DEFINITION UNDER THE THIN
WALL STEEL CASTING
BY MOLDING ON INSTALLED GAS MODELS**

Rybinsk state aviation technical university n.a. Solovyov

The dependence of impurity of castings type “plate” depending on Reynolds criterion is submitted. It is provide to choose a maximum possible filling speed. The mathematic dependence of minimum possible filling speed allow getting optimal mold cavity filling speed and calculation executable sizes of gate.

Key words: molding on installed gas models, minimum possible filling speed, maximum possible filling speed, “gas porosity”, critical value of Reynolds criterion.