

ливаает ускорение продвижения этих плоскостей в нормальном направлении [5].

Наличие поверхностей раздела фаз в соответствии с предложенной гипотезой - I-й этап начала формирования ШГ, который позволяет в большей степени предположить возможность образования двойного электрического слоя [6] на межфазной границе микрочастиц графита и последующий агрегативный процесс формирования ШГ [7].

#### Список литературы

1. Цибрик А.Н., Семенюк Л.А., Цибрик В.А. Физико-химические постоянные материалов и параметры процессов литья. Справочник. - К.: Наукова думка, 1987. - 270 с.
2. Баландин Г.Ф. Основы теории формирования отливки. Ч.1.-М.: Машиностроение, 1976. - 328 с.
3. Попель С.И., Дерябин А.А. Изв.вузов. Черная металлургия, - 1965. - №4. - С. 25-30.
4. Иванушкин Е.С., Белай Г.Е. Ультразвуковые методы контроля при производстве отливок. - К.: Техника, 1984. - 126 с.
5. Таран Ю.В., Черновол А.В. Образование графита при кристаллизации магниевого чугуна с повышенным содержанием серы / Процессы литья, 1994. - №1. - С. 41-47.
6. Соценко О.В. Агрегативный механизм формирования графита в ЧШГ// Изв. вузов. Черная металлургия. - 1990. - №8. - С. 71-74.
7. Кутафин А.К. Генетические отношения между графитом и цементитом в отливках из сплавов системы железо-углерод//Изв. вузов. Черная металлургия. - 1992.- №2. - С. 62-64.

УДК 621.746:620.192.47

Л.А.Иванова, И.В.Прокопович (ГПУ, г.Одесса)

## Влияние графитовых включений на герметичность серых чугунов

Литейные сплавы. Отливки

Серый чугун состоит из металлической матрицы и графитовых включений, совокупность которых образует микропористость серого чугуна. Фильтрация жидкости или газа происходит по порам, имеющимся в структуре твердого тела, т.е. вдоль графитовых включений. Случайно расположенные, сообщающиеся между собой включения графита при некоторой концентрации образуют бесконечный кластер (БК) с транзитным каналом (ТК). Потеря герметичности наблюдается уже при наличии одного ТК в структуре отливки, а с их увеличением мощность БК нарастает. Следовательно, для повышения герметичности чугуна необходимо предотвратить образование БК.

С помощью ЭВМ на площадь  $s_{\text{св}}$ , при неизменной концентрации углерода и различной длине графитовых включений (ГВ) (40...200 мкм) при их ширине  $a = 1$  мкм, случайным образом выкидывались единичные ГВ определенной длины до образования БК (рис.1.). Вероятность образования транзитной поры можно выразить через отношение <sup>1</sup>

$$P(A) = m/n, \quad (1)$$

где  $P(A)$  - вероятность образования транзитной поры;

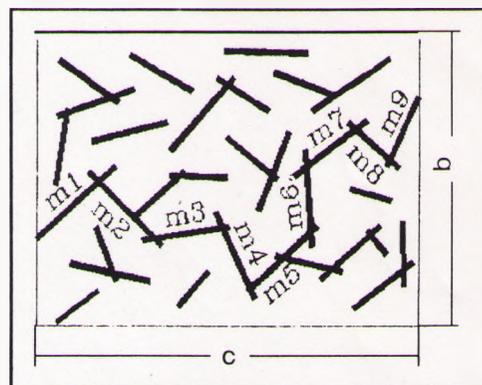


Рис.1. Транзитная пористость

<sup>1</sup>Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. - М.: Наука, 1986. - 544 с.

$m$  - число ГВ, образующих пору;  $n$  - общее число ГВ.

Вероятность моделирования при различной

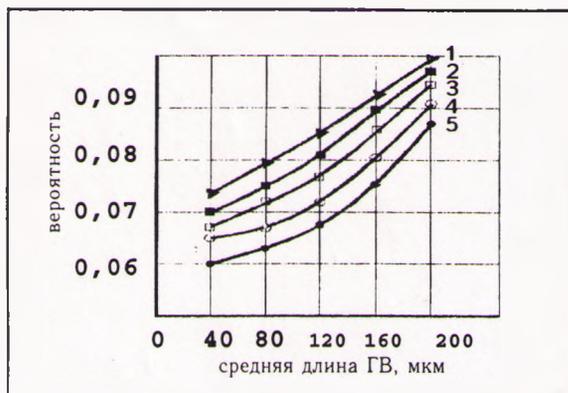


Рис.2. Вероятность моделирования при различной площади графита:

1...5 - относительная площадь графита, соответственно, мкм<sup>2</sup>: свыше 0,12; 0,08...0,12; 0,05...0,08; 0,03...0,05 и до 0,03

площади графита представлена на рис.2. Вероятность образования БК падает с уменьшением длины ГВ, т.е. наибольшей герметичностью должны обладать чугуны с наименьшей длиной ГВ, что и подтверждается исследованиями (рис.3). Герметичность оценивали как

$$G = \frac{\rho S \tau}{W \eta}, \quad (2)$$

где  $\rho$  - давление просачивания, Па;  $S$  - площадь просачивания, м<sup>2</sup>;  $W$  - количество просочившейся жидкости, м<sup>3</sup>;  $\eta$  - вязкость жидкости, Па·с;  $\tau$  - время, с.

Герметичность обратно пропорциональна длине ГВ. Исходя из закона Гагена-Пуазейля для фильтрации жидкости через идеальную пористую среду и закона Дарси для реального пористого тела, эффективный диаметр поры можно выразить как

$$d_{\text{эф}} = \sqrt{\frac{32K}{\Pi}}, \quad (3)$$

где  $K$  - коэффициент проницаемости;  $\Pi$  - пористость среды.

В чугуне просачивание, в основном, происходит не по цилиндрическим порам, а по щелевидным трапецеидальным каналам с размерами оснований  $a \times l$  ( $a$  - ширина канала,  $l$  - длина ГВ), то из равенства площадей сечения каналов просачивания

$$d_{\text{эф}}^2 = 4la/\pi \text{ получаем } K = la\Pi/8\pi. \quad (4)$$

Герметичность обратно пропорциональна

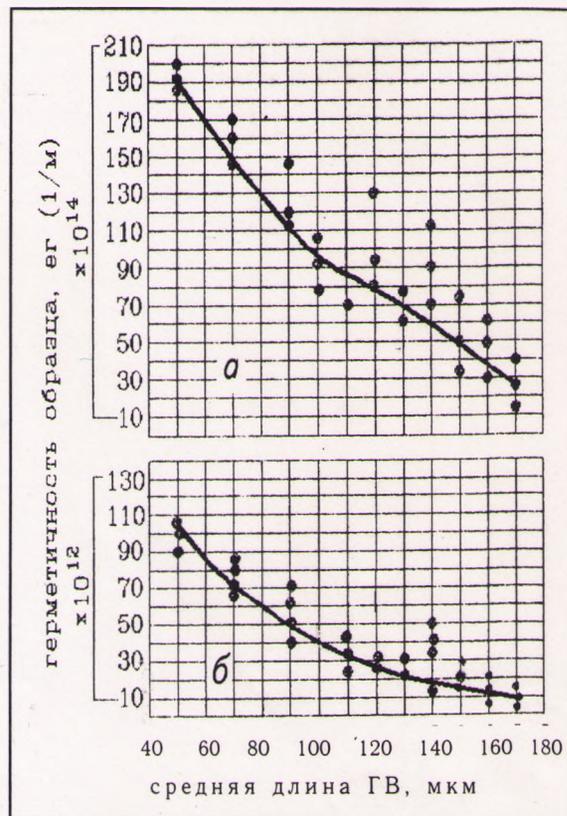


Рис.3. Зависимость герметичности от средней длины ГВ: а и б - при первичных и вторичных исследованиях, соответственно;

проницаемости и может оцениваться как внутреннее сопротивление пористого тела просачиванию

$$G = L \frac{l}{K} = L \frac{8\pi}{la\Pi}, \quad (5)$$

где  $L$  - толщина стенки пористого тела.

Ширину канала просачивания можно оценить через капиллярное сопротивление в порах твердого тела

$$F h g \rho = -R \sigma \cos \theta, \quad (6)$$

где  $F = al$  - площадь поперечного сечения поры;  $h$  - высота капиллярного падения жидкости;  $R = 2(a+l)$  - периметр поперечного сечения поры;  $\sigma$  - поверхностное натяжение жидкости;  $\theta$  - краевой угол смачивания;  $\rho$  - плотность жидкости;  $h g \rho = p$  - давление просачивания.

Следовательно, ширина канала

$$a = \frac{2\sigma l \cos \theta}{lP - 2\sigma \cos \theta}. \quad (7)$$

Значения герметичности, рассчитанные по (5), резко отличаются от их экспериментальных значений из-за того, что (5) не учитывает криволинейности фильтрационного



Рис. 4. Зависимость давления просачивания от средней длины ГВ

канала. Поэтому целесообразно ввести коэффициент извилистости пор:  $K_{изв} = l_n / L$ , (8), где  $l_n$  — длина транзитной поры.

При вероятностном моделировании выявлено, что  $K_{изв} = 2...10$ . Кроме того, (5) описывает сопротивление просачиванию по имеющимся транзитным каналам, вероятность образования которых сравнительно невелика, и не учитывает сопротивление просачиванию, образующееся от новых транзитных пор в момент испытания и расширение старых. Новые транзитные поры образуются из-за разрушения перемычек в металлической матрице между ГВ. Расширение старых пор происходит из-за вымывания графита. Коэффициент, учитывающий эти факторы, установили экспериментально:  $K_p = G_1 / G_2$  (9), где  $G_1$  — герметичность при первичных испытаниях образцов;  $G_2$  — герметичность при вторичных испытаниях тех же образцов.  $K_p = 180...200$ .

С учетом всех коэффициентов получаем формулу (5) в виде:

$$G = K_{изв} K_p L \frac{8\pi}{l a \Pi} \quad (10)$$

Расчеты герметичности по (10) при известной зависимости  $p$  от  $l$  (рис. 4) практически не расходятся с экспериментальными результатами.

Кроме того, из расчета минимально допустимой толщины перемычки (расчет проводили по моментной теории для тонких плит при пластинчатом  $ax \times l$  характере ГВ) получили, что минимально допустимая толщина перемычки находится в прямой зависимости от длины ГВ.

Таким образом, для повышения герметичности литых деталей из серого чугуна необходимо уменьшить среднюю длину графитовых включений.

## Предприятие «Лабораторная техника»

Предприятие  
"Лабораторная  
техника"  
предлагает:

- лабораторную посуду из стекла и фарфора;
- термометры, ареометры;
- муфельные печи и сушильные шкафы;
- аналитические приборы;
- лабораторное оборудование;
- лабораторную мебель;
- химреактивы и химическое сырье.

105043, Москва, а/я 54

Тел./факс: (095) 965-2729,

461-9153,

463-9981

Телетайп: 114258

**ПОГОНЫ**