

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ОДЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

МАТЕРИАЛЫ

**III семинара “Моделирование в прикладных
научных исследованиях”**

ОДЕССА - 1996

Редакционный совет сборника:

В.П.Малахов (председатель),
Г.Н.Востров,
В.Д.Гогунский,
Г.В.Кострова (зам. председателя),
А.Л.Становский,
Ю.К.Тодорцев,
Е.Г.Трофименко (отв. секретарь),
Ю.С.Ямпольский.

Оформление и компьютерная верстка:

В.В.Дубовой,
П.В.Каспревич.

Моделирование в прикладных научных исследованиях.
Материалы семинара. / Под редакцией В.П.Малахова и др.
Одесса: ОГПУ, 1996. - 73 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОСОДЕРЖАНИЕМ СЛОЖНОГО ОБЪЕКТА

Г.В.Кострова, Л.А.Покрытац, В.В.Симонов, А.Л.Становский

Во многих отраслях техники существуют объекты, скорость охлаждения или нагрева которых существенно влияет на их эксплуатационные характеристики. Так, например, структура и свойства литых металлических деталей в основном определяются термическими условиями их затвердевания и охлаждения в литейной форме.

На практике зачастую возникает необходимость управлять этими условиями с целью получения изделий с заданным распределением по объему тех или иных характеристик (твердость, износостойкость и т.п.). Может существовать и обратная задача: обеспечить равенство перечисленных свойств при существенной сложности конфигурации изделия. Частным проявлением такой задачи является требование обеспечить равенство скоростей охлаждения по всему объему отливки, состоящей из тонких и массивных частей.

Поскольку охлаждение отливок в форме происходит, в основном, за счет теплоотдачи в эту форму, то ясно, что температуропроводность последней и является основным средством управления. Таким образом, целью настоящей работы было не только создание системы управления температуропроводностью технологическими средствами, но и обеспечение этой системы всей необходимой информацией, обрабатываемой непосредственно в процессе САПР и АСУ ТП по следующей логической цепочке: поле требуемых характеристик литой детали в их пределах ее объема - поле структур металла - поле скоростей охлаждения отливки - поле тепловых потоков через поверхность отливки - поле теплофизических свойств формы в пределах ее объема - поле структур плотностей материала формы - поле воздействий на формовочную смесь при формообразовании (давление, температура) - вектор управляющих сигналов оборудованию, непосредственно осуществляющему уплотнение и нагрев формовочных материалов в оснастке.

ПРИЧИНЫ ПОТЕРИ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ОТЛИВОК ИЗ СЕРОГО ЧУГУНА

Л.А.Иванова, И.В.Прокопович, П.В.Каспревич

Серый чугун является хорошим конструкционным материалом, обладающим наилучшими литейными свойствами, чем и объясняется широкий спектр его применения в машиностроении, энергетике, теплотехнике и т.д. Однако при производстве, деталей работающих при повышенных давлениях, серый чугун не выдерживает конкуренции с высокопрочным и ковким чугунами, которые традиционно используются для производства подобных деталей (отливки из ВЧ выдерживают давление свыше 40 МПа, отливки из КЧ - свыше 20 МПа [1]).

Потеря герметичности отливок из СЧ связана с просачиванием жидкости или газа по порам, имеющимся в стенке отливки. Пористость отливок обуславливается наличием микропористости, макропористости и грубой дефектной пористости. Микропористость представляет собой поры, заполненные графитовыми включениями.

Герметичность, как качественная оценка зависит наличия “сквозных” пор, соединяющих противоположные стенки отливки. Обычная рассеянная пористость, как правило, не приводит к образованию таких пор, поэтому для нарушения герметичности проникающая жидкость (газ) должна разрушить перемычки между порами. Следовательно, герметичность чугуна можно рассматривать как сложную функциональную зависимость вида:

$$\Gamma = f(P, P_r, \Phi_r, K_r, M, T \dots), \quad (1)$$

где P - давление, P_r - размер графитового включения, Φ_r - форма графита, K_r - количество графита, M - материал матрицы (механические свойства), T - толщина стенки отливки.

Другими словами, герметичность зависит от давления, химического состава сплава и условий охлаждения отливки.

Исходя из прочности перемычки между графитовыми включениями можно рассчитать условия ее разрушения и минимально допустимую толщину для разных размеров микропор.

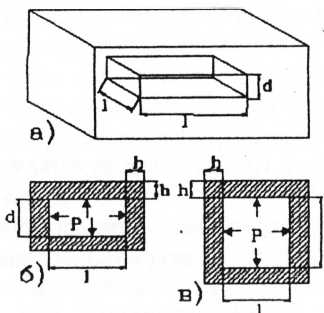


Рис. 1

Графитовое включение в сером чугуне имеет вид “розы”. Единичный “лепесток розы” можно представить как пластинку, чешуйку графита. Рассмотрим разрушение перемычки с толщиной h на примере единичного включения (“лепестка”) графита. Графитовое включение, окруженное со всех сторон металлической матрицей (рис. 1, а), можно представить в виде сосуда с внутренним давлением P (наличием графита в поре в данном случае пренебрегаем из-за его пористости и большой сжимаемости).

Стенки сосуда представляют собой тонкие пластины, жестко защемленные по контуру. В тонкой пластине, находящейся под распределенной нагрузкой P , по моментной теории возникают нормальные напряжения

$$\begin{cases} \sigma_x = \frac{M_x}{I} z \\ \sigma_y = \frac{M_y}{I} z \end{cases}, \quad (2)$$

где M_x и M_y - изгибающие моменты; $z = h$; $I = h^3/12$.

Максимальное нормальное напряжение соответствует максимальному изгибающему моменту [1]

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{I} z = \frac{12M_{\max}}{h^2} \quad (3)$$

Из (3) имеем минимально допустимую толщину перемычки

$$h_{\min} = \sqrt{\frac{12M_{\max}}{\sigma_{\max}}} \quad (4)$$

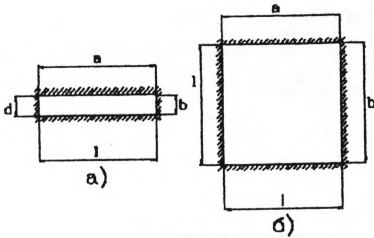


Рис. 2

Зависимость минимально допустимой толщины перемычки от средней длины графитового включения при различных давлениях жидкости

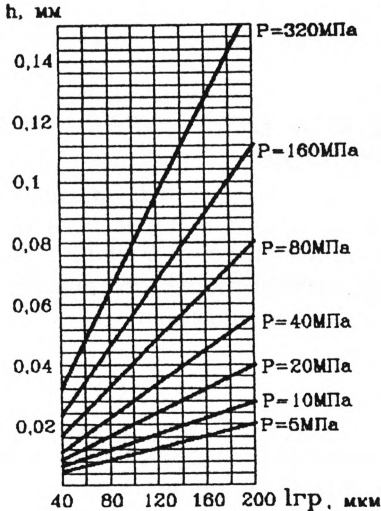


Рис. 3

Как видно, минимальная толщина перемычки, выдерживающая давление жидкости, увеличивается с ростом длины графитового включения.

Для данного сосуда рассмотрим два варианта формы перемычки: в торце (поперечное сечение (рис. 2, а)) и в плане (горизонтальное сечение (рис. 2, б)).

Для прямоугольных, жестко заземленных пластин

$$M_{\max} = k_2 \cdot P \cdot b^2, \quad (5)$$

где k_2 - коэффициент, зависящий от отношения a/b .

Так, для первого случая $a = l_{гр}$, $b = d_{гр}$ и $k_2 = 0.125$, т.к. $a/b \rightarrow \infty$ и для второго случая $a = b = l_{гр}$ и $k_2 = 0.0081$, т.к. $a/b = 1$ при $\mu = 0.25-0.3$ [2]. Следовательно,

$$M_{\max 1} = 0,125 \cdot P \cdot d_{гр}^2, \quad (3.6)$$

$$M_{\max 2} = 0,081 \cdot P \cdot l_{гр}^2 \quad (3.7)$$

Но так как $d_{гр} \ll l_{гр}$, то $M_{\max 1} \ll M_{\max 2}$. Следовательно, расчет минимальной толщины перемычки ведем по

$$h_{\min} = \sqrt{\frac{12 \cdot M_{\max 2}}{\sigma_{\max}}}, \quad (3.8)$$

где $\sigma_{\max} = [\sigma] \leq \sigma_{\text{феррита}} = (4.2 \div 5.6) \cdot 10^7 \text{ Па}$ [3].

Получена графическая зависимость минимальной толщины перемычки от длины графитового включения при различных давлениях (рис. 3).

На практике же с ростом длины графитового включения толщина перемычки падает, то есть становится меньше минимально расчетной толщины. Следовательно, при повышении давления происходит разрушение перемычки (рис.4), что приводит к потере герметичности.

Образование трещин в структуре серого чугуна

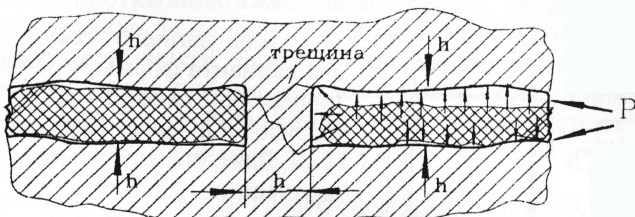


Рис.4

Минимально допустимая величина перемычки прямо пропорционально зависит от средней длины графитового включения. Следовательно, герметичность находится в противоположной зависимости со средней длиной графитового включения.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.И.Самуль Основы теории упругости и пластичности. - 2-е изд., перераб. - М.: Вышш. школа, 1982. - 264 с.
2. Сопротивление материалов / Под ред. акад. АН УССР Г.С.Писаренко - 5-е изд., перераб. и доп. - К.: Вища шк, 1986. - 775 с.
3. Справочник по чугунному литью / Под ред. Н.Г.Гиршовича. - Л.: Машиностроение, 1978. - 758 с.

ЗАВИСИМОСТЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ СЕРОГО ЧУГУНА ОТ ДЛИНЫ ГРАФИТОВЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ

Л.А.Иванова, И.В.Прокопович

Фильтрация жидкости происходит по транзитной пористости при наличии перепадов давления на противоположных сторонах стенки.

Герметичность G как внутреннее сопротивление пористого тела просачиванию жидкости обратно пропорциональна проницаемости K .

$$G = \frac{L}{K} = L \frac{32}{d_{\text{эф}}^2 \cdot \Pi}, \quad (1)$$

где L - толщина пористой среды в направлении фильтрации жидкости $d_{\text{эф}}$ - эффективный диаметр порового канала; Π - пористость.

Значения герметичности, рассчитанные по (1), в 10^5 раз ниже экспериментальных результатов [1], так как выражение (1) предполагает наличие в чугуне цилиндрических пор со средним диаметром $d_{\text{эф}}$ ($d_{\text{эф}} \leq 1$ мкм [2], $\Pi = 0.08$). В действительности, поры в чугуне имеют щелевидную, трапециевидную форму. Сопротивление щелевидной поры просачиванию является большим, чем в цилиндрической [3].

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ	23
СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ С НЕЛИНЕЙНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ С.А.Балан, В.Г.Максимов, А.Л.Становский.....	23
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА НДС РАМЫ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ ПОЛУПРИЦЕПА В УСЛОВИЯХ СТАТИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ С.А.Балан, В.Г.Максимов.....	23
ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПИРСОНА В.Я.Гамолитч, И.А.Елагин.....	24
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОСОДЕРЖАНИЕМ СЛОЖНОГО ОБЪЕКТА Г.В.Кострова, Л.А.Покрытан, В.В.Симонов, А.Л.Становский.....	25
ПРИЧИНЫ ПОТЕРИ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ОТЛИВОК ИЗ СЕРОГО ЧУГУНА Л.А.Иванова, И.В.Прокопович, П.В.Каспревич.....	25
ЗАВИСИМОСТЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ СЕРОГО ЧУГУНА ОТ ДЛИНЫ ГРАФИТОВЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ Л.А.Иванова, И.В.Прокопович.....	28
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ МАЛООТХОДНЫХ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В.Д.Гогунский, Н.А.Левченко.....	32
РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА ОТРЫВА ПОКРЫТИЙ ПРИ ЛОКАЛЬНОМ НАГРУЖЕНИИ Н.В.Олейник, Ю.М.Хомяк, А.Г.Кибаков, А.В.Цимбалюк.....	33
СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫЕ СХЕМЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОКЛАДОК АППАРАТОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ И.А.Ширманова.....	34
К МОДЕЛИРОВАНИЮ ЗАТОПЛЕНИЯ СУДНА ПРИ ЕГО ПОВРЕЖДЕНИИ Ю.П.Кучер, В.К.Рябченко.....	35
ИССЛЕДОВАНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ОСТОЙЧИВОСТИ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНОМ ЗАТОПЛЕНИИ Ю.П.Кучер, В.К.Рябченко.....	35
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЯЩЕГО СЛОЯ ПРИ СЖИГАНИИ НИЗКОСОРТНОГО ТВЕРДОГО ТОПЛИВА Е.Е.Чайковская.....	36
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ПРОДОЛЬНЫХ СОУДАРЕНИЯХ В.В.Мороз, И.А.Слепая.....	38
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ПРОИЗВОДСТВА СЛОИСТЫХ ПЛАСТИКОВ С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ - ОТРАВЛЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРА В.И.Луговской, В.М.Белоус.....	39
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ СТОЧНЫХ ВОД В ПОЛЕЗНЫЕ ПРОДУКТЫ О.Д.Лях, В.Г.Рябых, В.А.Горнев.....	40
МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ ПЛОСКИХ ЗАДАЧ ПРИ СЛОЖНОМ НАГРУЖЕНИИ В.А.Гришин, Н.А.Орлов.....	41
ПРИМЕНЕНИЕ УПРУГОВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ К РАСЧЕТУ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В.А.Гришин, И.Г.Бугаева.....	42
РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО ПОЛЯ ДОПУСКОВ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВОЙ ГИДРОМАШИНЫ В.П.Мурашко, В.М.Андриско, Л.Ф.Бочковая.....	42
АЭРОДИНАМИКА СИСТЕМ С ЗАМКНУТЫМ КОНТУРАМИ А.А.Буров, А.Л.Становский, В.А.Ясинецкий.....	43