

Изобретение относится к литейному производству и металлургии, может быть использовано при изготовлении литейных форм, например, изложниц, кокилей, пресс и стеклоформ.

Известные способы определения оптимальной толщины стенки литейной формы, разработанные на основе соблюдения принципа термоуравновешенности, можно разбить на две основные группы. К первой группе следует отнести способы оптимизации только внешней конфигурации литейной формы, ко второй - способы, в которых, наряду с оптимизацией внешней конфигурации формы, определяют также оптимальную толщину стенки.

В 1968 г. В.В. Абрамов предложил принцип проектирования термоуравновешенных литейных форм, в том числе металлургических изложниц, согласно которому в любом поперечном и продольном сечениях формы максимальные значения средней температуры  $t_{cp,max}$  должны быть одинаковыми и равными допустимым для данного материала значениям. Допустимая температура для известного материала формы определяется температурным порогом циклической вязкости [1].

Недостаток этого способа заключается в том, что в нем стойкость литейной формы связывается только со средней температурой, тогда как толщина стенки зависит также от уровня напряженного состояния в форме и материала из которого она изготовлена. Таким образом совокупное негативное влияние перечисленных недостатков прототипа приводит к тому, что снижается стойкость, повышается коробление литейной формы.

Цель изобретения - повышение стойкости, уменьшения веса и коробления литейной формы.

Поставленная цель достигается тем, что измеряют максимальную среднюю по толщине стенки температуру ее прогрева, определяют металлографическим методом индекс графита, а оптимальную толщину стенки литейной формы в месте измерения температуры устанавливают из выражения:

$$S_{оп} = S_M \sqrt{\frac{t_{cp,i} \cdot T_{p,i}}{t_{cp,пр} \cdot T_{p,пр}}}, \quad (4)$$

где  $S_M$  - толщина стенки формы-модели;

$I_r$  - индекс графита чугуна;

$t_{cp,i}$  - максимальное значение средней по толщине стенки формы-модели температуры в заданной точке контакта  $i$  отливки с формой, в которой определяется оптимальная толщина  $S_{оп}$ ,

$T_{p,i}$  - разрушающий перепад температур для температуры  $t_{cp,i}$  равный  $295(1,129-0,356(Y_r/1,5)^{0,264}-0,366(t_{cp,i}/500)^{3,312})$ ;

$t_{cp,пр}$  - предельное значение температуры, равное температурному порогу начала резкого снижения малоциклового усталостной прочности материала формы;

$T_{p,пр}$  - разрушающий перепад температур для материалалитейной формы при температуре  $t_{cp,пр}$ , равной  $295(0,743-0,356(Y_r/1,51)^{0,284})$ .

Сопоставительный анализ с прототипом позволяет сделать вывод, что заявляемый способ определения оптимальной толщины стенки чугунной литейной формы отличается от известного:

1. В прототипе температурные поля исследуются на трех различных по толщине

стенки моделях; в заявляемом решении эксперименты проводятся только на одной модели.

2. В прототипе определяют в процессе эксплуатации только максимальные значения средней температуры по толщине стенки, а в заявляемом решении дополнительно определяют разрушающие перепады температур и предельные значения средней по толщине стенки температур, равной температурному порогу начала резкого уменьшения малоциклового усталостной прочности материала формы.

Таким образом, по сравнению с прототипом, предлагаемое техническое решение содержит вышеуказанные отличительные признаки и, следовательно, соответствует требованию "Новизна".

На чертеже показано место установки термоблоков в изложнице.

Способ осуществляется следующим образом.

По форме отливки изготавливают форму-модель с постоянной толщиной ( $S_M$ ), например для изложницы  $S_M \sim 0,2 \sqrt{F}$ , где  $F$  - площадь наибольшего поперечного сечения отливки. В форму-модель заливают металл и для заданных точек  $i$  контакта отливки с формой-моделью замеряют температуры в трех точках по толщине стенки: на наружной поверхности, на внутренней поверхности и по середине толщины стенки. Определяют в процессе нагрева стенки изложницы максимальную среднюю по толщине стенки температуру. Изготавливают для рассматриваемого материала изложницы металлографические шлифы и по ГОСТу 1778-81 определяют индекс графита  $I_r$ . Используя соотношение (1) вычисляют толщину стенки литейной формы для точки контакта  $i$ .

Зависимость разрушающих перепадов температур  $T_p$  от температуры испытания  $t$  и индекса графита  $I_r$ , входящие в соотношение (1), приведены в таблице 1 [2].

При достаточном количестве точек замера, определяемом размерами и сложностью конфигурации отливки, можно получить оптимальную конструкцию литейной формы обеспечивающую увеличение стойкости против трещинообразования и коробления, а также снижение металлоемкости формы.

Пример. Требуется оптимизировать конструкцию изложницы для слитков размерами поперечного сечения  $A \times B = 1385 \times 795$  мм =  $1101075$  мм<sup>2</sup> и высотой  $H = 2000$  мм. Материал изложницы немодифицированный чугун с содержанием элементов в %: C = 4,19; Si = 1,06; Mn = 0,72; S = 0,037; P = 0,079. Индекс графита  $I_r = 1,48$  (табл. 1).

1. Определяем толщину стенки модели  **$S_M = 0,2 \sqrt{1101075} = 210$  мм**

2. Определяем индекс графита чугуна по ГОСТу 1778-81.

3. Размечаем места установки термоблоков в изложнице-модели (фиг. 1).

4. Заливаем в модель сталь, замеряем температуры и определяем максимальные значения средних температур по толщине стенки  $t_{cp,i}$  в указанных на фиг. 1 восьми точках  $i$  (табл. 2).

5. Для получения из эксперимента  $t_{cp,i}$  и индекса графита  $I_r = 1,48$  из выражения (1) вычисляем

разрушающие перепады температур  $T_{pi}$  (табл. 2).

Из выражения (1) вычисляем толщину стенки изложницы. Результаты вычисления  $S_{оп}$  приведены в табл. 2.

Предельные значения разрушающих перепадов температур для  $I_r=1,48$ ;  $T_{p-пр}=115^\circ\text{C}$  и для  $I_r=0,19$ ;  $T_{p-пр}=161^\circ\text{C}$ .

Анализ табл. 2 показывает, что путем увеличения отношения  $T_{p-пр}/c_{p,i}$  является возможность дополнительно уменьшить металлоемкость термоуравновешенных изложниц, без снижения ее стойкости.

Предложенный способ определения оптимальной толщины стенки литейной формы, в частности изложницы, основанной на принципах термоуравновешенности и равнопрочности и может быть использован при оптимизации любой чугунной литейной формы (изложницы, кокиля, кристаллизатора, пресс-формы и стеклоформы) с целью снижения их металлоемкости и повышения долговечности.

Таблица 1

Зависимость  $T_p$  от температуры испытания  $t$  и индекса  $I_r$

$I_r$	Температура испытания, $^\circ\text{C}$					
	20	100	200	300	400	500
0,2	274	273	268	253	219	160
0,4	261	260	256	240	207	147
0,6	252	252	247	231	198	138
1,0	240	239	234	219	185	125
1,5	228	228	222	207	173	114

Таблица 2

Рекомендуемая толщина стенок изложницы в мм из чугуна с пластинчатой ( $I_r=1,48$ ) и шаровидной ( $I_r=0,19$ ) формой графита

Номер точки на фиг. 1	Максимальная средняя температура по толщине стенки $t_{cp,i}$ , $^\circ\text{C}$	Разрушающие перепады температур $T_{p,i}$ при равной		Толщина стенки в мм при $I_r$ равной	
		1,51	0,19	1,51	0,19
1	233	220	266	198	184
2	262	215	261	208	194
3	234	219	266	199	185
4	493	120	166	213	212
5	380	183	229	231	218
6	382	182	228	231	219
7	359	191	237	229	216
8	274	213	259	212	197

