

2. Специализированный технический журнал, издаваемый в переводе с английского: «Casting. Plant and Technology. Литейное производство и технология литейного дела», German Foundrymen's Association, 2014. – с. 13.

УДК 621.745.669.13

### Усадочные процессы в расплавах

Студенты: гр. 103311 Прохоров Н.С., гр. 10404114 Мойсак М.А.  
Научный руководитель – Кобяков К.В.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Под усадкой понимают совокупность явлений, приводящих к сокращению объема и линейных размеров сплава, залитого в форму, при его затвердевании и охлаждении. Усадка является одним из важнейших литейных свойств сплавов.

Гуляев Б. Б. в своих работах писал, что под усадочными процессами понимают совокупность явлений сокращения размеров и объема металла, залитого в форму, при его затвердевании и охлаждении. В отдельных случаях при кристаллизации литейных сплавов происходит выделение новых фаз с увеличенным удельным объемом, что уменьшает усадку на отдельных этапах формирования отливки. Усадочные процессы вызывают появление в отливках различных дефектов, к которым относятся: усадочные пустоты, (усадочные раковины, усадочная пористость) усадочные деформации (линейная усадка, коробление), трещины, остаточные напряжения.

Усадка тел при охлаждении происходит в результате развития ангармонической составляющей колебания атомов около их средних положений (рисунок 1). При абсолютном нуле среднее расстояние между атомами минимально и равно  $r_0$ , при повышении температуры до  $T_1$ , оно увеличивается до  $r_T$  в результате большего отклонения от среднего значения правой ветви кривой колебаний, чем левой.

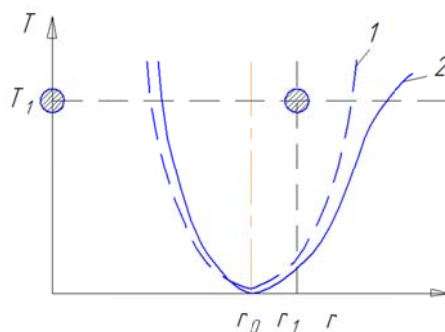


Рисунок 1 – Зависимость расстояний между соседними атомами  $r$  от температуры  $T$  при гармонических (1) и ангармонических (2) колебаниях

При аллотропических превращениях в твердом состоянии, выражающихся в изменении типа и параметров решетки, происходят скачкообразные изменения размеров тела. Они могут проявляться как в сжатии, так и в расширении.

Для оценки усадки все авторы используют понятия: относительная усадка и коэффициент усадки в интервале температур. В зависимости от агрегатного состояния сплава различают усадку в жидком, твердо-жидком и твердом состояниях. Полная усадка является суммой этих трех слагаемых. Основу усадки составляет термическое сжатие, которое увеличивается или уменьшается в результате фазовых превращений и изменения растворимости

газов. У ряда сплавов вблизи от температуры ликвидуса наблюдается увеличение объема, называемое предусадочным расширением.

Для характеристики усадки на различных этапах формирования отливки используют следующие способы ее оценки. Объемная усадка – относительное изменение объема сплава – используется для характеристики изменения в жидком или твердожидком состоянии, а также для полного изменения объема. Линейная усадка оценивает относительное изменение размеров отливки с момента перехода ее в твердое или твердожидкое состояние с разрозненными включениями жидкой фазы и твердой наружной коркой. Литейная усадка – относительная (в процентах) разность линейных размеров модели и отливки. Она оценивает полное изменение размеров отливки и поэтому наиболее удобна для использования в технологических расчетах и операциях. Литейная усадка зависит не только от свойств и состояния сплава, но также от конструкции отливки и формы, от технологических условий литья и других факторов. В связи с торможением усадочного процесса формой (для фасонных отливок) необходимо различать свободную и затрудненную усадку, которые численно не совпадают.

Линейная усадка большинства сплавов колеблется в пределах 0,7 – 2,2 % (углеродистой стали 1,2 – 2,2 %, серого чугуна 0,7 – 1,3 %, силумина 1 – 1,2 %, магниевых сплавов 1 – 1,6%, бронзы 1 – 1,5 %).

А.А. Бочвар в своих исследованиях установил, что в сплавах, кристаллизующихся в интервале температур, линейная усадка проявляется после образования в отливке твердого кристаллического скелета когда, несмотря на наличие остаточного количества жидкости, в целом отливка ведет себя как твердое тело. В зависимости от формы первичных кристаллов, степени развития и разветвленности дендритов количество твердой фазы, при котором формируется твердый скелет, колеблется в очень широких пределах – от 20 до 80 % от общего объема сплава.

Таким образом, знание значения коэффициента усадки расплава позволяет грамотно рассчитать параметры литниковой системы, геометрию питающих прибылей, тем самым избежать дефектов усадочного происхождения

УДК 621.743.074:544.332-971.2

### **Исследование влияния технологических элементов литниковой системы с теплофизическими свойствами прибылей на формирование качества отливок**

Магистрант Кобяков К. В.  
Научный руководитель – Фасевич Ю.Н.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Совершенствование применяемых на сегодняшний день методов литья и разработка новых, позволяющих получать годные отливки с одновременным снижением себестоимости готовой продукции и повышением производительности, являются основными задачами литейного производства. Основная доля металлоотходов, повышающая себестоимость литья, связана с несовершенством существующих методов питания.

Себестоимость отливок, возрастает, в том числе, из-за недостаточно эффективной переработки отходов, которые подвергаются основному на сегодняшний день виду переработки – переплаву, в результате чего увеличиваются безвозвратные потери металла.

Скрытность течения процесса кристаллизации расплава в литейной форме существенно затрудняет возможность ликвидации возникающих при этом усадочных дефектов отливок. Как известно образование усадочных рыхлот, раковин и пористости связано с совокупностью явлений, приводящих к сокращению объема и линейных размеров сплава, залитого в форму, при его затвердевании и охлаждении.