

УДК 621.74:669.02/09

Ю.А.Щербаков (5 курс, каф. ФХЛСиП), В.М.Голод, к.т.н., проф.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ В ПЕРИКЛАЗОВЫХ ФОРМАХ

Моделирование литейных процессов базируется на решении дифференциальных уравнений с распределёнными параметрами (типа уравнения Фурье) при применении специализированных программных комплексов. Обеспечение их баз данных достоверными свойствами металлов и формовочных материалов позволяет получить надёжные прогнозы температурных полей и усадочных дефектов в отливках. Имеющиеся в литературе данные о свойствах титановых сплавов и периклазовых формовочных смесей недостаточны и противоречивы, что обусловлено трудностью термического анализа в условиях вакуумной техники и высоких температур, а также высокой интенсивностью процессов теплообмена.

Для создания необходимой информационной базы проведено термодинамическое моделирование сплавов системы Ti-Al, систематизированы литературные данные о свойствах периклаза, проведены расчёты теплофизических свойств периклазовых форм в зависимости от их пористости и химического состава.

Термодинамическое моделирование [1] двойной системы Ti-Al по данным [2] позволило определить температурозависимые теплофизические свойства титановых сплавов (теплоёмкость, полная и скрытая теплота фазовых превращений) в зависимости от содержания алюминия (рис. 1) в интервале температур, включающем твёрдофазное превращение (t_{np}) и кристаллизацию ($t_{кр}$).

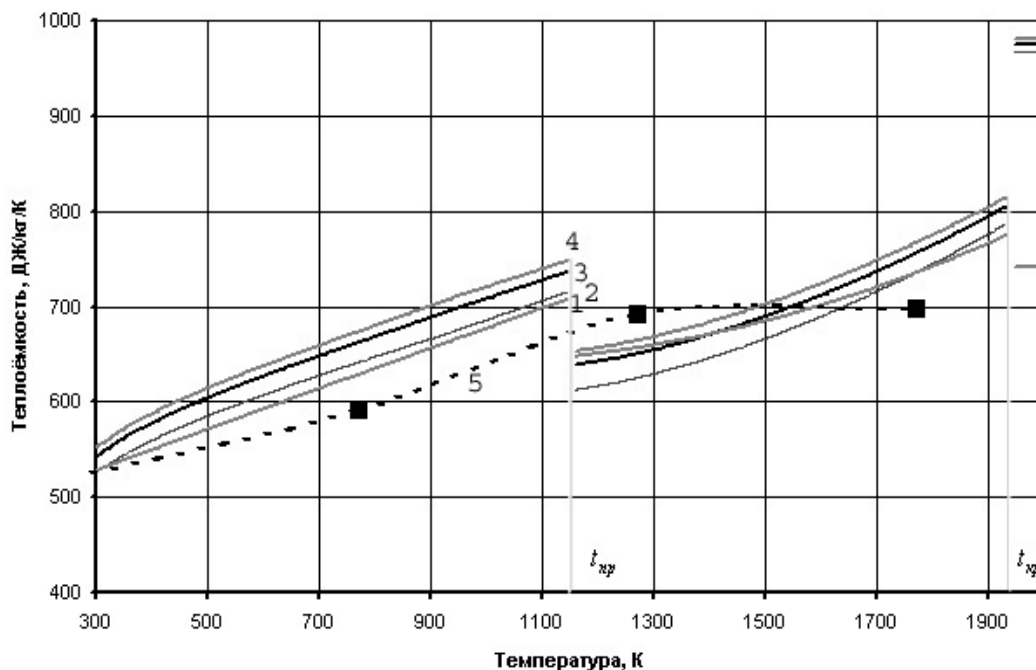


Рис. 1. Температурная зависимость удельной теплоёмкости сплавов системы Ti-Al

1 – справочные данные [3], 2 - расчёт, чистый Ti; 3 – расчёт, Ti+4,5%Al;

4 – расчёт, Ti+7,5%Al; 5 – данные ЦНИИ КМ Прометей

Температуры ликвидуса и солидуса, теплопроводность и усадочные характеристики титановых сплавов получены по литературным данным. Поскольку часто не указаны методы определения, погрешности измерений, точные химические составы (в рамках марочных), их разброс значителен. Кроме того, почти все данные относятся к температурам менее 1200 °С и не позволяют аппроксимировать их в область температур кристаллизации сплавов.

На основе модели дискретного тела, учитывающей упаковку зёрен (пористость, плотность) и зерновой состав, лучистую, кондуктивную и конвективную составляющие теплопереноса, получены температурные зависимости теплоёмкости и теплопроводности периклазовых форм в условиях вакуума (табл.1).

Таблица 1

Теплофизические характеристики периклазовых формовочных смесей
(плотность 2300 кг/м³; пористость 36 %)

Характеристики	Температура, °С			
	400	800	1200	1600
Удельная теплоемкость, кДж/кг*К	1.23	1.26	1.32	1.37
Объемная теплоемкость, МДж/м ³ *К	2.82	2.91	3.03	3.16
Теплопроводность, Вт/м*К	4.10	3.20	2.81	3.67
Тепловая активность, кВт*с ^{1/2} /м ² *К	3.40	3.05	2.92	3.41
Температуропроводность, 10 ⁻⁵ м ² /с	1.45	1.10	0.93	1.16

С использованием базовой конфигурации программного комплекса “POLYCAST” [4] и подготовленного информационного обеспечения по теплофизическим характеристикам сплавов Ti-Al и периклазовых смесей выполнено численное моделирование затвердевания, а также размеров и расположения усадочных пустот в характерных узлах фасонных отливок из сплава ВТ5Л (4,5%Al).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Савельев К. Д., Голод В. М. Термодинамическое моделирование многокомпонентных литейных сплавов на основе железа. СПбГТУ, 2001.
2. Stuart Brown and John Wlassich. Application of Invariant Set Theory to Dynamic Recrystallization Constitutive Behavior. //Metallurgical Transactions, Vol.23A AUGUST 1992 – 2091.
3. Столович Н. Н., Минацкая Н. С. Температурные зависимости теплофизических свойств некоторых металлов. Минск, 1975.
4. Голод В.М. и др. Интегрированная САПР литейной технологии POLYCAST литейного завода КамАЗ // Литейное производство. - 1994. - №10-11. - С.44-47.