

УДК 621.74.043

**ИЗУЧЕНИЕ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ И УПЛОТНЕНИЯ ФОРМИРУЮЩИХСЯ  
ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ АК5М7 И АК7М6 ПРИ ЛИТЬЕ С  
КРИСТАЛЛИЗАЦИЕЙ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

Крымов Илья Александрович, Волотов Иван Витальевич

*Магистры 1 года,  
кафедра «Технологии обработки материалов»  
Московский государственный технический университет**Научный руководитель: К.А. Батышев,  
доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии обработки материалов»*

Изучено затвердевание и уплотнение под давлением формирующихся цилиндрических отливок ( $H/D \approx 2$ ) из сплавов АК5М7 (ГОСТ 1583-89) и АК7М6 (последний без добавок и с добавками 1...6% Pb).

Установлено, что при переходе от атмосферного к механическому давлению в 320 МПа время затвердевания слитков уменьшается от 29 до 12,5 с, т.е. в 2,3 раза. Наблюдается повышение температуры ликвидуса сплава на 6 °С (что может быть объяснено главным образом применением к процессу ЛКД закона Клаузиуса-Клайперона), увеличение перепада температур по сечению слитка от 100 до 210 °С. Относительная температура поверхности слитка  $t_{п}/t_{ц}$ , где  $t_{п}$  – температура поверхности слитка, °С;  $t_{ц}$  – температура центральной зоны в момент окончания затвердевания сплава, снижается от 0,68 до 0,51, а время затвердевания центральной зоны (с момента окончания стояния температуры ликвидус) уменьшается от 17 до 8,5 с при переходе от атмосферного давления к механическому в 320 МПа. Относительное перемещение пуансона (верхнего торца отливки) в момент окончания затвердевания отливки  $(h/H)_з = 0,07$  при номинальном давлении  $p_n = 160$  МПа и 0,092 при  $p_n = 320$  МПа.

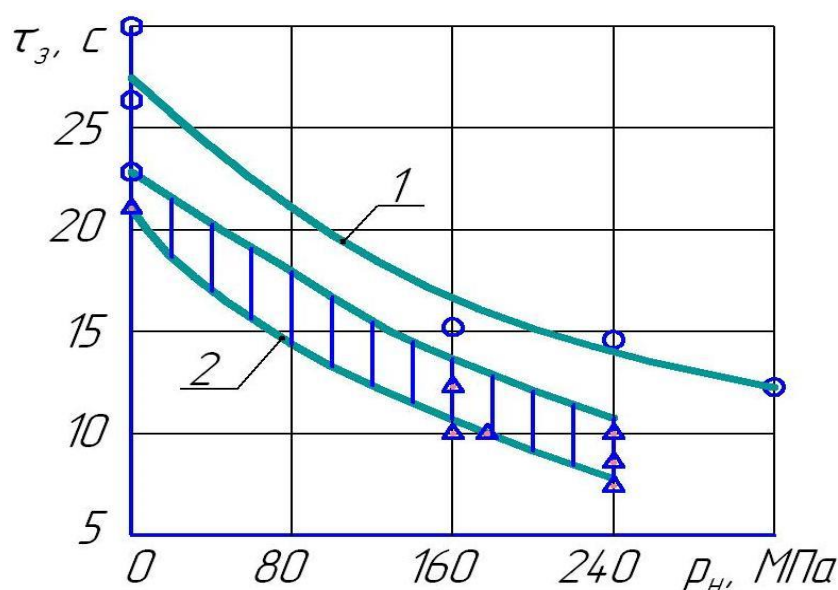


Рисунок 1 – Зависимость от давления времени затвердевания отливок:  
1 – сплав АК7М6 без добавки свинца; 2 – сплав АК7М6 с добавками  
2, 4 и 6% Pb (заштрихованная область)

Данные для сплава АК5М7 следующие - в условиях атмосферного давления они затвердевают в течение 27...29 с, под давлением 240 МПа – 14...15 с и под давлением 320 МПа – 12...12,5 с.

На рисунке 1 (кривая 1) показано изменение времени затвердевания отливок из сплава АК7М6 при повышении давления прессования. Видно, что наибольшее уменьшение времени затвердевания отливок наблюдается в области давлений от атмосферного до 150...160 МПа, при последующем повышении давления время затвердевания также уменьшается, но в значительно меньшей степени.

Это можно объяснить тем, что в первой области давлений имеет место плотное прижатие растущей корки к стенкам матрицы и, как следствие, вначале уменьшение (при давлениях до 80 МПа), а затем и устранение (при давлениях 150...160 МПа) зазора между боковыми поверхностями отливки и формы, в результате чего возрастают скорости отвода теплоты перегрева и кристаллизации.

При давлении свыше 160 МПа происходит дальнейшее уменьшение величины зазора за счет впрессовывания металла отливки в микрорельеф рабочей поверхности формы (матрицы) со всеми вытекающими отсюда последствиями. Однако прирост поверхности охлаждения отливки при этом намного меньше, чем в первой области давлений; поэтому и меньше влияние давления на время затвердевания литой заготовки и другие параметры процесса ЛКД.

Таким образом добавка свинца в сплав АК7М6 приводит к уменьшению времени затвердевания слитков. Уменьшение времени затвердевания слитков из сплавов с добавками свинца, по-видимому, связано с изменением условий теплообмена на границе раздела «отливка – форма» из-за вытеснения части свинца в зазор между поверхностью отливки и матрицей, а также с отводом части теплосодержания сплава вместе с потоком свинца из внутренних зон к наружным.

## **Литература**

1. Батышев К.А. *Литье с кристаллизацией под давлением*. – М.: Изд-во МГОУ, 2009. - 167 с.
2. Батышев К.А. *Литье с кристаллизацией под давлением алюминиевых сплавов. Часть 2 // Металловедение и термическая обработка металлов, 2012, №2, С. 3-10.*
3. Станчек Л., Ванко Б., Батышев А.И., Батышев К.А. *Структура и механические свойства отливок из силумина, затвердевших под давлением// Известия МГТУ МАМИ, Том 2, 2014, № 1 (19). – С. 52 -54.*
4. Батышев К.А., Безпалько В.И., Батышев А.И., Смолькин А.А. *Изготовление герметичных отливок из силуминов// Литейное производство, 2012, №1, С. 29-30.*
5. Батышев К.А., Семенов К.Г., Свинооров Ю.А., Георгиевский М.Г. *Затвердевание алюминиевых отливок при поршневом прессовании / Электрометаллургия, 2019, № 7, С. 11-17.*