

Т. В. Лысенко /д. т. н./, К. А. Крейцер,
Е. Н. Козишкурт, Л. И. Солоненко

Одесский национальный политехнический
университет, г. Одесса, Украина
e-mail: igonua@gmail.com

Управление скоростью затвердевания отливок из сплава АК7 за счет зонального охлаждения при литье под низким давлением

T. V. Lysenko /Dr. Sci. (Tech.)/, K. A. Kreitser,
E. N. Kozishkurt, L. I. Solonenko

Odessa National Polytechnic University,
Odessa, Ukraine
e-mail: igonua@gmail.com

The management of the rate of solidification of casts from alloy AK7 at the expense of zonal cooling in the casting under low pressure

Цель. Изучить влияние зонального охлаждения местных утолщений (бобышек) с помощью медных наружных холодильников и воды на физико-механические свойства отливок из сплавов АК7 при литье под низким давлением.

Методика. Применены стандартные методики определения зонального охлаждения, скорости затвердевания, плотности металла.

Результаты. Выявлены зависимости влияния зонального охлаждения на скорость затвердевания местного утолщения, определяемую по плотности структуры металла в зависимости от охлаждения как медными вставками, так и водой.

Научная новизна. Получили дальнейшее развитие представления о влиянии зонального водяного охлаждения на снижение брака по усадочным рыхлотам в утолщениях отливки при литье под низким давлением и уменьшению времени выдержки металла под давлением.

Практическая значимость. Использование зонального водяного охлаждения при литье под низким давлением детали «корпус фильтра» на установке мод. У95А позволило исключить усадочную рыхлоту в местном утолщении и уменьшить время выдержки отливки под давлением. (Ил. 5. Табл. 1. Библиогр.: 3 назв.).

Ключевые слова: литье под низким давлением, зональное охлаждение, затвердевание, твердость.

Постановка проблемы. Увеличения производительности установок литья под низким давлением можно достичь за счет сокращения технологической выдержки отливки в кокиле до ее полного затвердевания.

Сокращение технологической выдержки можно достичь за счет управления процессом затвердевания отливки, что обеспечивает направленный теплоотвод, при котором охлаждается одна из частей кокиля.

Целью работы является изучение возможности применения зонального охлаждения для интенсификации процесса затвердевания местных утолщений, уменьшения времени выдержки металла под давлением и снижения брака по усадочным рыхлотам.

Изложение основного материала исследования. Для проведения эксперимента был разработан новый поддон и крышка тигля заливного устройства к существующей оснастке.

На рис. 1 представлен поддон с двумя литниковыми отверстиями для центрального подвода металла отливки. Высота литниковых отверстий в поддоне составляет 0,002 м. Диаметр отверстий в нижней части – 0,005 м, в верхней части – 0,006 м.

Крышка тигля заливного устройства с выполненными в нем двумя окнами для прохождения и крепления двух металлопроводов, показана на рис. 2.

Металлопроводы (рис. 2) уплотняли на крышке тигля прокладками из асбестового картона толщиной 0,004 м. Уплотнение между верхним срезом металлопровода и поддоном выполняли с помощью специальной прокладки, которая состоит из асбестового картона толщиной 0,004 м и листовой стали 0,008–0,001 м. Толщина стенки металлопровода в верхней части составила 0,004–0,006 м.

Для изготовления отливки применяли сплав АК7 (АЛ9).



Рис. 1. Поддон с двумя литниковыми отверстиями



Рис. 2. Оснастка для заполнения двухместной формы «корпус фильтра» из двух металлопроводов



Рис. 3. Установка под низким давлением мод. У95А

Плавку вели в индукционной тигельной печи промышленной частоты ИСТ – 0,4.

Исследования выполняли на машине мод. У95А разработки ОА «НИИСЛА» и модернизированной Государственным предприятием «Инженерный производственно-научный центр литья под давлением». Общий вид установки ЛНД модели У95А представлен на рис. 3.

После заливки специальное оборудование вынимает отливку из полости кокиля. Отливку охлаждали на воздухе и проводили ее термообработку.

Исследовали физико-механические свойства отливок в местном утолщении без ускоренного охлаждения, с охлаждением медными вставками, а также при водяном охлаждении.

Экспериментами по получению отливок без зонального охлаждения установлено:

а) для отливок с толщиной стенки $\delta = 0,02$ м, получается сравнительно плотное литье при радиусах местных утолщений $R = 0,0075; 0,01; 0,015$ м. Твердость в местах утолщений незначительно уменьшилась, что допускается ТУ для данного сплава;

б) для отливок с толщиной стенки $\delta = 0,02$ м и радиусе местного утолщения $R = 0,02$ м твердость в утолщении в сравнении с другими местами отливки уменьшается на 25–30 единиц и составляет 50–54 НВ;

в) для отливок с толщиной стенки $\delta = 0,015$ м получается плотное литье при радиусах бобышек $R = 0,0075; 0,01$ м;

г) для отливок с толщиной стенки $\delta = 0,01$ м получается плотное литье при радиусе бобышек $R = 0,0075$ м;

Поэтому на основании полученных выше экспериментальных данных зональное охлаждение применяли:

а) при толщине отливки $\delta = 0,02$ м только при радиусе бобышек $R = 0,02$ м;

б) при толщине отливки $\delta = 0,015$ м – при радиусе бобышек $R = 0,015–0,02$ м;

в) при толщине отливки $\delta = 0,01$ м – при радиусе бобышек $R = 0,01; 0,015; 0,02$ м;

Результаты исследования влияния зонального охлаждения на скорость затвердевания местного утолщения, определяемого по плотности структуры металла, приведены в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что при толщине отливки, равной 0,02 м, с применением зонального охлаждения как медным вкладышами, так и зонального охлаждения водой, получена плотная структура металла при максимальном радиусе местного утолщения $R = 0,02$ м (рис. 4): твердость при охлаждении отливки медной вставкой составляет НВ = 1117 МПа, а при использовании водяного охлаждения – НВ = 1019 МПа.

Таким образом, интенсификация охлаждения местного утолщения обеспечивает большую скорость затвердевания сплава, по сравнению с частями отливки без утолщения. Этот технологический прием обеспечивает направленное затвердевание отливки и повышение ее физико-механических свойств. При толщине отливки,

Влияние зонального охлаждения на скорость затвердевания отливок

Толщина исследуемой отливки, м	Радиус местного утолщения, м	Твердость материала отливки (средняя по сечению), МПа	Твердость отливки в местном утолщении без охлаждения, МПа	Твердость отливки в местном утолщении при применении медных вставок, МПа	Твердость при водяном охлаждении, МПа
0,02	0,02	941	529	1117	1019
0,015	0,02	990	513	958	879
	0,015		612	1078	956
0,01	0,020	902	Раковина	745	706
	0,015		510	872	745
	0,01		610	921	961

равной 0,015 м и радиусе местного утолщения $R = 0,02$ м, только охлаждение медной вставкой дает твердость структуры в местном утолщении больше, чем средняя твердость отливки. При водяном охлаждении твердость в местном утолщении ниже, чем средняя, но в обоих случаях она выше допустимой по ТУ (по ТУ для АК7 (АЛ9) $HV = 686$ МПа).

В отливках с толщиной стенки, равной 0,01 м, при радиусах местных утолщений $R = 0,02; 0,015$ м твердость в утолщенных частях даже с применением водяного охлаждения или охлаждения медными вставками ниже средней твердости отливки.

Таким образом, по результатам исследований можно сделать вывод, что зональное охлаждение на всех исследуемых толщинах дает твердость выше обусловленной техническими условиями.

Полученные результаты подтверждают кривые затвердевания (рис. 5) сплава АК7 (АЛ9) в местном утолщении. Согласно рис. 5 и кривым отверждения 1, 2, 3 скорость уменьшения температуры в интервале кристаллизации $T_{лик} = 620^{\circ}C$, и $T_{сол} = 577^{\circ}C$ для охлаждения с помощью:

- медных вставок составляет $43^{\circ}C/c$;
- при водяном охлаждении - $22^{\circ}C/c$;
- без охлаждения - $16^{\circ}C/c$.

Выводы

Использование зонального водяного охлаждения при литье под низким давлением детали «корпус фильтра» на установке модели У95А позволило исключить усадочную рыхлоту в местном утолщении и уменьшить время выдержки отливки под давлением.

Зональное охлаждение в виде медных вставок успешно применено при литье под низким давлением, а также для обеспечения условий направленной кристаллизации отливки.

Использование зонального охлаждения позволяет управлять процессом затвердевания местных утолщений и уменьшить время выдержки металла под давлением на 10–15 % и снизить брак по усадочным рыхлотам.

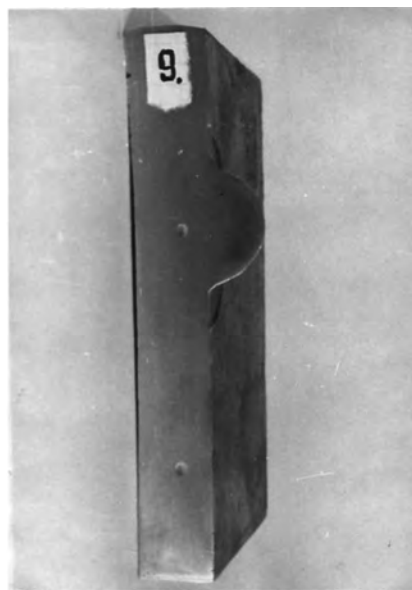


Рис. 4. Общий вид отливки с толщиной стенки $\delta = 0,02$ м и радиусом бобышки $R = 0,02$ м, отлитой с использованием медного вкладыша в местном утолщении

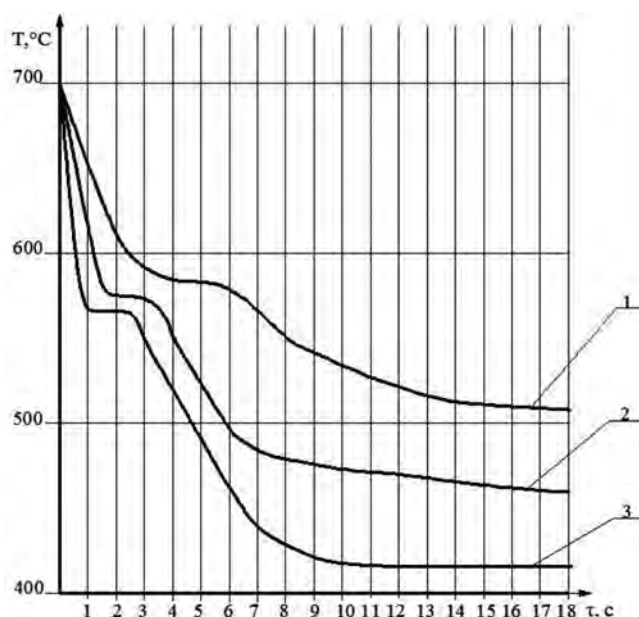


Рис. 5. Кривые затвердения алюминиевого сплава при различных условиях затвердения: 1 – без охлаждения; 2 – водяное охлаждение; 3 – охлаждение медными вставками

Библиографический список / References

1. Ясюков В. В. Анализ и синтез физико-химического воздействия на эксплуатационную надежность отливок / В. В. Ясюков, Т. В. Лысенко, Л. И. Солоненко, В. А. Чередник // *Металл и литье Украины*. – 2016. – № 8-9. – С. 279-283.

Yasyukov V. V., Lysenko T. V., Solonenko L. I., Cherednik V. A. *Analiz i sintez fiziko-himicheskogo vozdeistviya na ekspluatatsionnyu nadezhnost' otlivok*. Metall i lit'yo Ukraini. 2016, no. 8-9, pp. 279-283.

2. Баландин Г. Ф. Литье намораживанием / Г. Ф. Баландин. – Москва: Машгиз, 1962. – 264 с.

Balandin G. F. (1962). *Lit'yo namorazhivaniem*. Moscow, Mashgiz, 264 p.

3. Вейник А. И. Теория затвердевания отливки / А. И. Вейник. – Москва: Машгиз, 1960. – 435 с.

Veinik A. I. (1960). *Teoriya zatverdevaniya otlivki*. Moscow, Mashgiz, 435 p.

Purpose. To study the effect of zonal cooling, i.e. various cooling means, accelerating the heat sink to the rate of solidification in local thickenings.

Methodology. Applied standard methodology for determining zonal cooling, speed of solidification, the density of the metal.

Results. Determined the influence of zone cooling on the rate of solidification of the local thickening, determined by the density of the metal structure depending on the cooling with copper inserts and water.

Originality. A further development of representations about the effect of zonal cooling in the casting under low pressure, the decline of defect shrinkage in the thickenings of the casting and reducing the time of exposure of the metal under pressure.

Practical value. The use of zonal water-cooling in the casting under low-pressure parts "filter housing" in the mod. U95A has allowed to eliminate the shrinkage in local thickening and reduced the exposure time of the casting under pressure.

Key words: casting under low pressure, zonal cooling, solidification, hardness.

Рекомендована к публикации
д. т. н. В. Е. Хрычковым

Поступила 28.03.2018

