



Рис. 2. Матриця

Список літератури

1. Гини Е. Ч., Технологія ливарного виробництва: Спеціальні види лиття. М.: Видавничий центр «Академія», 2005. – 352с.
2. Баландін Г. Ф., Основи теорії формування виливки. М., Машинобудування, 1980. – 256с.

УДК 517.3/621.74

В. З. Тьднюк, О. И. Шинский, В. П. Кравченко

Физико-технологический институт металлов и сплавов

НАН Украины, г. Киев

СОВОКУПНОЕ ДЕЙСТВИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЛН И НИЗКОЧАСТОТНОЙ ВИБРАЦИИ НА СКОРОСТЬ ТЕПЛОТВОДА ОТ ОТЛИВКИ К ФОРМЕ

Методы воздействия низкочастотной и высокочастотной вибрации на процессы кристаллизации в металлах и сплавах, а также на скорость теплоотвода от отливки к форме, используются давно, но рассматривались, в основном, как способы принудительного перемешивания расплава в незатвердевшей части отливки, [1]. Но разработка новых технологий и оборудования для более эффективного влияния на процессы кристаллизации требуют предварительных теоретических исследований и прогноза принимаемых технологических решений. Прежде всего, это относится к обоснованию выбора оптимальных частот низкочастотной вибрации.

Распространение тепла в твердой, жидкой части отливки, или в двухфазной зоне кристаллизации, так или иначе соотносится с параболическим уравнением теплопроводности и законом Фурье, [2]. Но такая теоретическая модель, традиционно

заложенная и в экспериментальных исследованиях, предполагает парадокс бесконечной скорости распространения тепловых возмущений, и не учитывает значительную роль фононной теплопередачи совместно с основной «решеточной» компонентой. Тем не менее, область применения линейного гиперболического уравнение теплопроводности Каттанео – Лыкова [3], которое следует из обобщенного закона Фурье [4], ограничивалась лишь высокоинтенсивными тепловыми процессами, так как время релаксации вязкоупругих тепловых деформаций, определяемое на основании традиционных теоретических позиций, чрезвычайно малое, $\tau_r^2 \approx 10^{-12} \text{ с}$, [3].

Фактически время релаксации определялось из средней длины свободного пробега (или времени жизни) отдельного фонона. Такая интерпретация справедлива в пределах отдельной квантовой системы, но «физической точкой» в основных формулах и уравнениях теплопереноса следует считать объем, который содержит не менее двух квантовых систем. И тепловое фононное излучение такого объема будет уже не дискретным, а непрерывным. Время релаксации в такой интерпретации определяется коэффициентами затухания для поперечной и продольной тепловой фононной волны, спектр которой ограничен снизу размерами кристаллитов (зерен) или кластеров в расплавах, и скоростью звука в среде, [5]. Скорость же температурных волн, которая определяется из общего решения уравнения Каттанео – Лыкова, совпадает с формулой, предложенной П. Вернотт и А. В. Лыковым: $v = \frac{a}{\tau_r}$, где a – температуропроводность среды.

Концепция температурных волн объясняет влияние низкочастотной вибрации на скорость теплоотовода появлением эффекта параметрического резонанса между частотой вибрации f_r и частотами температурных волн, при этом применима формула: $f_r = \frac{2f_{\min}}{m}$, где f_r – оптимальные резонансные частоты (Гц), f_{\min} – минимальная частота температурных волн, m – целое число. При резонансных частотах увеличивается амплитуда стоячих температурных волн и, соответственно, скорость теплоотовода. Один из примеров экспериментального подтверждения выбора оптимальной частоты для низкочастотной вибрации можно найти в [6].

Список литературы

1. Баландин Г. Ф. Формирование кристаллического строения отливок. – М.: Машиностроение, 1973. – 288 с.

2. Трухов А. П. Основы теории формирования отливки. – М.: МГТУ «МАМИ», 2010. – 246 с.

3. Лыков А. В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1957. – 599 с.

4. Carlo Cattaneo. Sulla conduzione de calore. Atti del Semine, Mat. Fis. Univ. Modena, 1948.

5. Тыднюк В. З., Шинский О. И., Кравченко В. П., Клименко С. И. Оценка теплового потока при кристаллизации отливок с учетом обобщенного закона Фурье и фононной теплопередачи. // Процессы литья. – № 4 (118). – 2016. – С. 18-25.

6. Голоднов А. И. Влияние вибрации на формирование кристаллической структуры меди и медных сплавов. Автореферат. – Екатеринбург, 2010. – 24 с.

УДК 621.74

Р. В. Усенко, С. И. Репях

Национальная металлургическая академия Украины, Днепр

О НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРАХ ЖИДКОСТЕКОВЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ОБОЛОЧКОВЫХ ФОРМ

В числе исследуемых параметров жидкостекловых керамических оболочковых форм (ЖКО), изготавливаемых на основе кварцевого песка, – их толщина и величина пористости в непрокалённом и прокалённом состоянии.

Испытуемые ЖКО изготавливали с использованием огнеупорной суспензии, состоящей из натриевого жидкого стекла с величиной силикатного модуля 2,9 и пылевидного кварца ПК-1. Для выполнения первого слоя использовали огнеупорную суспензию с условной вязкостью 60 с (по вискозиметру ВЗ-4) и жидким стеклом удельной плотностью 1140 г/см³. Для второго и последующих слоёв ЖКО использовали огнеупорную суспензию с условной вязкостью 30 с и жидким стеклом удельной плотностью 1280 г/см³.

Первый слой ЖКО обсыпали кварцевым песком с преимущественным размером частиц 0,2 мм, второй и последующие слои ЖКО обсыпали кварцевым песком с преимущественным размером частиц 0,4 мм. Сушку слоёв ЖКО проводили в потоке тёплого воздуха до содержания в них влаги менее 0,5 % по массе. Величину пористости предварительно прокалённой ЖКО рассчитывали по результатам определе-