

Общее решение дифференциального уравнения (5) можно представить суммой бесконечного ряда

$$v(F_0, \bar{x}) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\mu \sin \mu l v_c + \frac{q_1}{\lambda T_0} \right) (1 - e^{-\mu^2 F_0}) \cos \mu \bar{x}. \quad (16)$$

Уравнение (16) позволяет определить значение температуры в любой точке стенки металлической формы для любого момента времени.

Л и т е р а т у р а

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности, М., "Высшая школа", 1967, 2. Трантер К.Д. Интегральные преобразования в математической физике, М., Гостехиздат, 1956.

В.П. Северденко, А.С. Матусевич,
И.П. Прокопов, Г.Н. Волочин,
А.Д. Тищенко

К ПРОЦЕССУ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ КОМПОЗИЦИЙ АЛЮМИНИЙ-БОР

В работе рассматривается влияние некоторых параметров непрерывного литья на качество и стабильность процесса получения композиций алюминий - волокна бора.

Получение композиционных отливок производилось на специальной установке, принципиальная схема которой приведена в работе /1/. В качестве материала матрицы использовался технически чистый алюминий, в качестве упрочняющих элементов - высокомолекулярные волокна бора диаметром 0,091 - 0,099 мм. Формирование композиции происходило в многослойном водоохлаждаемом кристаллизаторе, рабочая часть которого была выполнена из графита.

Одним из основных технологических параметров непрерывного литья является скорость вытяжки отливки, которая определяет производительность процесса. При формировании непрерывной композиции скорость вытяжки оказывает существенное влияние на качество изделия, так как она обуславливает время контакта упрочняющих волокон с расплавом матрицы, а также на стабильность процесса вследствие влияния на силу сцепления отливки и кристаллизатора.

Исследования, проведенные на цилиндрических композициях

диаметром 3 и 4,5 мм, показали, что при низких скоростях вытяжки от 0,01 до 0,015 м/сек происходит смещение фронта затвердевания к торцу кристаллизатора и увеличение силы сцепления затвердевшей корочки и рабочей поверхности кристаллизатора. В момент сцепления композиционная отливка извлекается из кристаллизатора без оболочки из материала матрицы. На поверхности композиционного материала наблюдаются периодические разрывы корочки до армирующих волокон. В некоторых случаях имеет место нарушение процесса вследствие обрыва изделия.

При скорости вытяжки более 0,13 м/сек сила сцепления корочки и кристаллизатора превышает сцепление между ней и армирующими волокнами. В результате отливка лишена оболочки и на всей ее поверхности располагаются непосредственно волокна бора, покрытые тонким слоем алюминия. Отклонение размеров поперечного сечения композиционной отливки от сечения кристаллизатора в этом случае составляет 0,1 - 0,3 мм.

Качественная поверхность композиционной отливки и устойчивый процесс литья были получены при скорости вытяжки 0,033 - 0,04 м/сек.

Другим характерным параметром процесса непрерывного литья, который оказывает существенное влияние на качество композиционной отливки и стабильность вытяжки, является температура заливаемого металла матрицы. При низкой температуре заливки (670 - 690°С) вследствие малого перегрева металла затвердевание материала матрицы происходит вблизи, а иногда и на торце кристаллизатора. Это приводит к прочному сцеплению корочки с кристаллизатором, в результате чего композиционная отливка не имеет оболочки матричного материала. В случае низких скоростей литья при такой температуре заливки часто происходит заклинивание отливки. При высокой температуре заливки (840 - 870°С) композиционная отливка получается также без оболочки из материала матрицы. При этом металл вследствие значительного перегрева не успевает затвердевать в кристаллизаторе и при выходе из него сткает с армирующих волокон. Наиболее качественная поверхность композиционной отливки была получена при температуре заливки 750 - 775°С.

На качество наружной поверхности непрерывной композиционной отливки и стабильность процесса оказывает некоторое влияние объемное содержание упрочняющих волокон и расход охлаждающей кристаллизатор воды. Так, увеличение объемного содержания волокон способствует улучшению стабильности вы-

тяжки. Однако при содержании волокон более 55–60% композиционный материал уже не имеет оболочки и его поверхность формируется непосредственно армирующими волокнами. Расход охлаждающей воды во всех случаях должен обеспечивать ядерное кипение последней на поверхности кристаллизатора. При этом достигаются наибольшие интенсивность теплообмена и экономическая эффективность системы охлаждения.

В ходе работы были изучены структура и свойства композиционной отливки. Было установлено, что такие параметры, как скорость вытяжки, температура заливаемого металла, объемное содержание волокон и расход охлаждающей воды практически не влияют на распределение упрочняющих элементов. Во всех случаях волокна располагались равномерно по сечению отливки и промежутки между ними были заполнены материалом матрицы. Пористость и раковины в отливках отсутствовали. При этом процесс подачи волокон в расплав осуществлялся одной-двумя нитями через каждое отверстие распределителя.

На величину физико-механических свойств непрерывной композиции алюминий-бор оказывает большое влияние объемное содержание армирующих волокон – с увеличением объема волокон в композиционном материале практически все его свойства возрастают. Так, например, при объемном содержании волокон 20% предел прочности композиции на растяжение составляет 35 кг/мм^2 , на сжатие – 48 кг/мм^2 , модуль упругости – $13 \cdot 10^3 \text{ кг/мм}^2$; при содержании волокон 60% эти показатели составляют соответственно 102, 130 и $27 \cdot 10^3 \text{ кг/мм}^2$.

Полученные данные позволили практически осуществить процесс непрерывного литья композиционных алюминиевых профилей, упрочненных волокнами бора сложного поперечного сечения. В результате были получены композиционные отливки в виде полосы, швеллера, уголка и тавра.

Л и т е р а т у р а

1. Северденко В.П., Матусевич А.С., Гончаров А.Ф. Способ изготовления композиционных профилей. "Вестник машиностроения", № 5, 1973.