

## **Локально-армированные литые композиционные изделия с алюминиевой матрицей**

Печников А.А., Теленкова Т.А.  
Карагандинский Государственный Технический Университет, ТОО «Имсталькон»,  
г. Караганда, Республика Казахстан  
87015207944, a\_pechnikov\_90@mail.ru

*Аннотация.* Излагаются методика и результаты эксперимента по получению локально-армированных изделий типа тел вращения центробежным способом.

*Ключевые слова:* композиционный материал, локальное армирование, центробежное литье.

Композиционные материалы и изделия на алюминиевой основе отличаются достаточно высокими механическими характеристиками и хорошей технологичностью для деталей машин различного назначения, однако практическое применение их остается на низком уровне.

В настоящее время известны различные технологические процессы введения дисперсных упрочняющих компонентов в алюминиевую матрицу, в том числе твердофазное компактирование подготовленных порошковых смесей, жидкофазные методы в виде пропитки расплавом пористых тел из частиц наполнителя или замешивания их в расплав. Наиболее технологичным и экономически целесообразным считается механическое замешивание наполнителя в расплав матричного сплава [1].

В качестве технологически и экономически приемлемых армирующих элементов для изделий на основе матриц из алюминиевых сплавов находят применение мелкодисперсные материалы, полученные из техногенных отходов.

Используются, в том числе, шлаки металлургических производств, ваграночной плавки, отходы обогащения, золы тепловых агрегатов, шамотный порошок, бой керамики и др., которые размалывают в порошок в шаровых или вибрационных мельницах и прокаливают в сушильных шкафах или в камерных печах.

В зависимости от их природы и вещественного состава вводимых частиц они могут способствовать повышению прочностных, фрикционных или антифрикционных характеристик матричного сплава. [2].

Один из весьма перспективных для практического применения вариантов композиционных материалов – получение так называемых функционально- или локально-армированных изделий, при котором необходимые параметры физических свойств и эксплуатационных характеристик (коэффициентов трения, термического расширения, износостойкости, модуля упругости и др.) реализуются в отдельных заданных областях изделия.

Для исследования оптимальных параметров ввода армирующих частиц в расплав при получении центробежным литьем функционально армированных сплошных и полых отливок типа тел вращения с армированным слоем в различных зонах отливки по толщине, были разработаны и изготовлены лабораторные центробежные машины с горизонтальным и вертикальным положением оси вращения форм. Для изменения скорости вращения форм использовали сменные шкивы [3].

С целью обеспечения функционального распределения частиц в матрице опробован метод центробежного литья. В результате центрифугирования композиционного расплава получают градиентные КМ. Такие КМ отличаются наличием пространственно неоднородных структур, благодаря которым материал приобретает новые свойства. Поверхностные слои с повышенной концентрацией армирующей фазы различной природы и состава организуются за счет направленного перемещения дисперсных частиц в жидкометаллической суспензии. Твердые дисперсные частицы, имеющие плотность большую, чем матричный алюминиевый сплав, перемещаются к наружной стенке формы (изложницы), менее плотные – к оси вращения, на свободную поверхность (во внутреннюю часть отливки).

Так, при использовании в качестве армирующего компонента в алюминиевых сплавах ( $\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$ ) частиц карбида кремния ( $\rho = 3,2 \text{ г/см}^3$ ) можно создать градиентные КМ, у ко-

торых наружные поверхности будут иметь повышенные жесткость и сопротивление износу, а внутренние сохранять высокие пластичность и вязкость (на уровне матричного сплава), что весьма важно для деталей, работающих в условиях динамического нагружения. При армировании алюминиевых матриц частицами графита ( $\rho = 2,23 \text{ г/см}^3$ ), призванными обеспечивать эффект самосмазывания в условиях ограниченной смазки при трении скольжения, можно использовать эффект механического увлечения и выноса легких частиц графита к наружной поверхности образца за счет дополнительного введения частиц наполнителя с большим удельным весом, например, SiP или  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , т.е. осуществить градиентное полиармирование.

Рассмотрено влияние наполнителей на изменение литейных свойств алюминиевых сплавов. Так, при проведении стандартных испытаний для композиционных расплавов установлено, что жидкотекучесть, определяемая по длине отлитого столба  $\varnothing 10 \text{ мм}$  (ГОСТ 16438-70), с увеличением содержания частиц в сплаве снижается. Значения усадки при введении частиц керамики (до 5% от общего объема КМ) изменяются незначительно, т.е. при расчетах можно оперировать значениями в диапазоне, характерном для матричных сплавов (0,9...1%). При повышении содержания армирующей фазы до 10% наблюдается заметное снижение показателей усадки (до 0,5%).

Распределение частиц в поле действия центробежных сил по сечению отливки зависит от соотношения плотностей частиц и матричного сплава, от их дисперсности, процессов всплывания и оттеснения частиц фронтом кристаллизующейся твердой фазы.

Изменяя природу армирующих частиц, их концентрацию и гранулометрический состав, температурное поле, скорость вращения изложницы, можно управлять характером распределения частиц и получать отливки с заданной структурой и свойствами [4].

#### Литература

1. Разрезка материалов/ С.И. Веселовский: Москва, Машиностроение, 1973 г., с. 218-219.
2. Производство гнутых профилей/ С.Ф.Березовский. - М.: Металлургия, 1985.- 200 с.
3. Летучая пила для резки движущегося проката: пат. 2291034 Рос. Федерация: МПК7 B23D61/04: В.Н. Баранов, В.В. Бедняков, В.Ф. Разин; заявитель и патентообладатель: Открытое акционерное общество "Электростальский завод тяжелого машиностроения" – 2005102311/02; заявл. 10.07.2006; опубл. 10.01.2007, – 4 с.
4. Устройство для резки профилей: пат. 2021083 Рос. Федерация: МПК5 B23D25/06 П.М. Финагин, В.С. Грушин, Н.П. Рябихин; заявитель и патентообладатель: Производственное объединение «Электростальтяжмаш». – 5019818/27; заявл. 23.12.1991; опубл. 15.10.94, Бюл. № 27 (II ч.). – 3 с.
5. Штамп для резки профильного материала: пат. 2133658 Рос. Федерация: МПК6 B23D23/00: В.Д.Осипов, И.В. Соколов, В.А. Боровой; заявитель и патентообладатель: Акционерное общество открытого типа "Череповецкий сталепрокатный завод" – 97119608/02; заявл. 26.11.1997; опубл. 27.07.99, Бюл. № 14-2003. – 7 с.
6. Инструмент летучих ножниц для разделения гнутых профилей: пат. 2149082 Рос. Федерация: МПК7 B23D35/00, B23D25/00: В.Д.Осипов, И.В. Соколов; заявитель и патентообладатель: Акционерное общество открытого типа "Череповецкий сталепрокатный завод" – 97108115/02; заявл. 27.04.1998; опубл. 20.05.2000, Бюл. № 35-2003. – 3 с.
7. Летучая пила для резки движущегося проката: пат. 2240898 Рос. Федерация: МПК7 B23D21/00, B23D25/02: В.Н.Баранов, В.В. Бедняков, В.Ф.Разин, Н.Л. Кокорев; заявитель и патентообладатель: Открытое акционерное общество "Электростальский завод тяжелого машиностроения" 2003115167/02; заявл. 23.05.2004; опубл. 27.11.2004, – 6 с.
8. Получение алюмоматричных дисперсно-упрочненных композиционных материалов/ Курганова Ю.А., Чернышова Т.А., Курганов С.В. М., Металлургия машиностроения, изд. Литейное производство, 2010, №2.- с. 38 - 40