

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЁМ ВВЕДЕНИЯ В КРИСТАЛЛИЗУЮЩИЙСЯ РАСПЛАВ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ КАРБИДОВ

Целью работы явилась разработка научных и технологических основ создания металлокерамических материалов, полученных путем введения в кристаллизующийся расплав дисперсных частиц карбидов. В процессе исследования был разработан способ получения таких материалов и проведено компьютерное моделирование распределения дисперсных частиц по сечению получаемой заготовки при центробежном литье.

Руководитель проекта - д.т.н. И.В. Чуманов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработать методы создания композиционных материалов, основанные на введении дисперсных частиц в жидкий расплав, получить и исследовать полученные материалы

ПУБЛИКАЦИИ

4 научные статьи

3 научных доклада

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

1 статья в Web of Science

1 статья в SCOPUS

4 статьи в РИНЦ

Развитие добычи минерально-сырьевых ресурсов, металлургии, тяжелого машиностроения вызвало необходимость использования сталей, обладающих такими механическими свойствами, при которых они способны работать в условиях повышенного абразивного износа при высоких нагрузках.

В настоящее время увеличение значений механических свойств металлов достигается либо за счет их легирования в значительных количествах, либо за счет применения различного рода обработок поверхностных слоев (наплавки, напайки, лазерной и плазменной обработки и т.д.).

Альтернативой использованию дорогостоящих легирующих элементов и технологическим обработкам могут служить дисперсно-упрочненные стали – то есть стали, содержащие твердые тугоплавкие мелкодисперсные частицы карбидов, оксидов, нитридов.

Однако, в связи с тем, что вводимые частицы и упрочняемая сталь имеют различную удельную плотность, распределение вводимых частиц по объему получаемой стали неравномерно, непрогнозируемо и сложно управляемо.

В рамках первого этапа работ был разработан и запатентован способ получения металлокерамического материала путём введения в кристаллизующийся расплав дисперсных частиц при разливке на машине центробежного литья.

Суть способа градиентного упрочнения центробежнолитых стальных заготовок: при разливке металла на машине центробежного литья в струю металла постоянно, в течение всего времени разливки подаются твердые тугоплавкие дисперсные частицы различной плотности. Если плотность вводимых дисперсных частиц меньше плотности расплава, то при определенной разнице плотностей центробежная сила и Архимедова сила не уравновешиваются. Возникают условия для перемещения частиц к свободной

поверхности расплава, то есть во внутренние поверхностные слои вращаемой заготовки. Если плотность вводимых частиц больше плотности расплава, то суммарное воздействие центробежной силы и Архимедовой силы будут перемещать вводимые частицы к фронту кристаллизации, то есть во внешние поверхностные слои вращаемой заготовки (рис. 1).

С помощью программного пакета ANSYS FLUENT 12.0 на высокопроизводительном кластере "Скиф-Урал" было проведено компьютерное моделирование распределения частиц по объему кристаллизующегося металла. В процессе моделирования рассматривалось продольное сечение заготовки с момента окончательного заполнения изложницы до момента полного затвердевания расплава (рис. 2). Сетка регулярная, элементы плоские.

В результате моделирования были получены изображения распределения частиц в различное время кристаллизации заготовки (рис. 3.1, 3.2), отображающие степень распределения по сечению формируемой заготовки после кристаллизации расплава.

Моделирование показало, что при совместном введении частиц, имеющих различные плотности, наблюдается преимущественное накопление частиц во внешнем поверхностном слое (для частиц с плотностью большей плотности расплава) либо во внутреннем поверхностном слое (для частиц с плотностью меньшей плотности расплава).

Однако, при увеличении количества вводимых частиц вольфрама (2,4% от массы заготовки и более) распределение частиц происходит ограниченно: во внешних поверхностных слоях располагается до 62% введенных частиц, 31% в середине заготовки, остальные - во внутренних поверхностных слоях.

Полученные данные станут основой создания высокоэффективной технологии изготовления металлокерамических композиционных материалов.



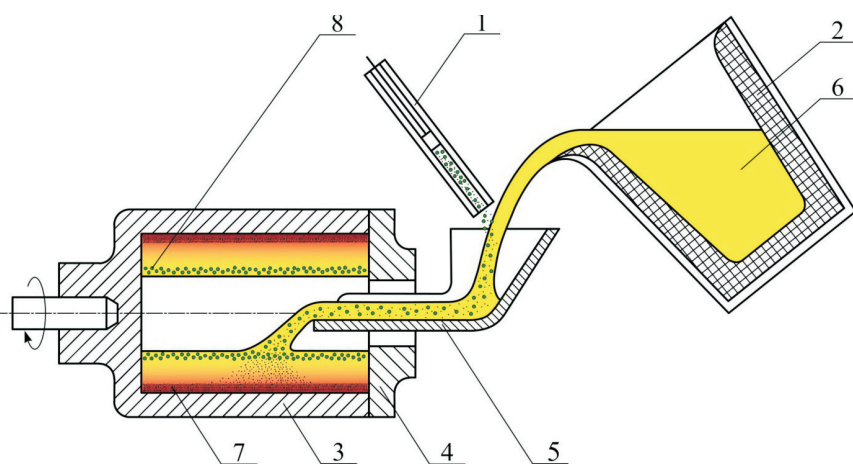


Рис. 1. Способ градиентного упрочнения металла:
 1 – дозатор; 2 – ковш;
 3 – горизонтальная изложница; 4 – крышка изложницы;
 5 – стелеразливочный носок;
 6 – кристаллизующий металл; 7 – частицы с плотностью равной или больше плотности металла;
 8 – частицы с плотностью, меньшей плотности металла

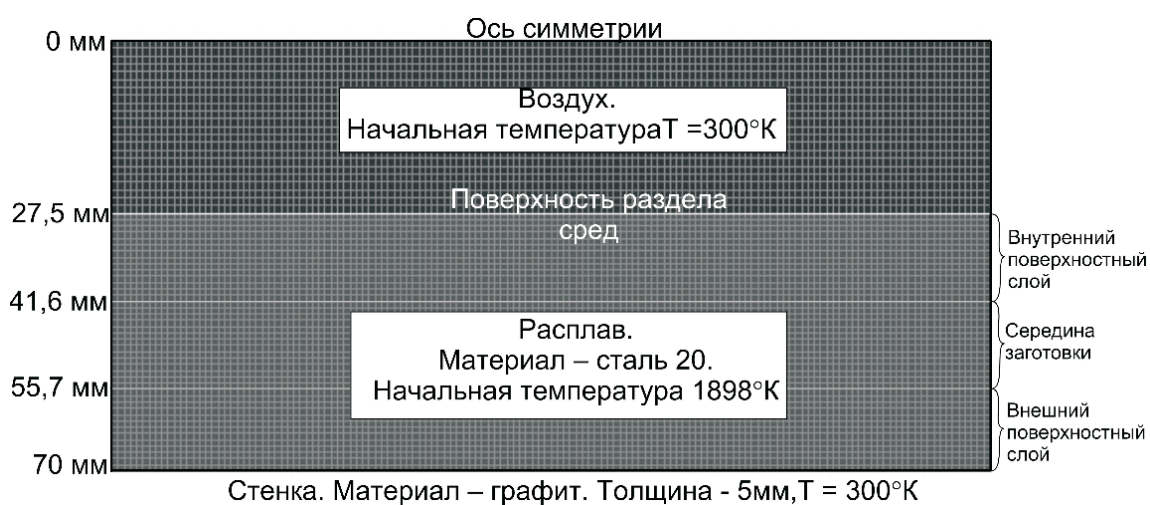


Рис. 2. Продольное сечение заготовки с задаваемыми параметрами

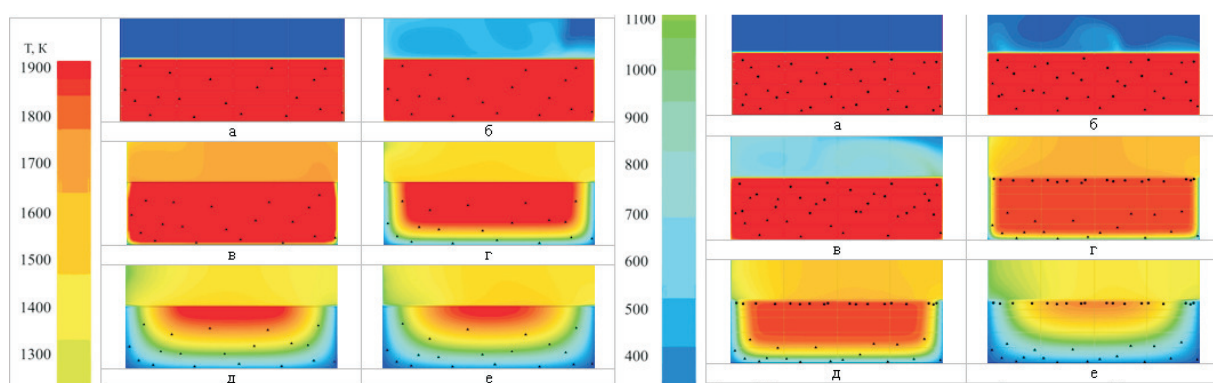


Рис. 3.1. Результаты распределения частиц (моделирование 8) по сечению заготовки от времени начала кристаллизации:
 а – 0 с; б – 2 с; в – 6 с; г – 19 с;
 д – 31 с; е – 44 с; ▲ – частицы карбида вольфрама

Рис. 3.2. Результаты распределения частиц (моделирование 4) по сечению заготовки от времени начала кристаллизации: а – 0 с; б – 2 с; в – 4 с; г – 29 с; д – 33 с; е – 55 с;
 ▲ – частицы карбида вольфрама;
 ● – частица карбида кремния

