

чається кількістю перліту в початковій металевій основі, оптимальним є ковшове модифікування. З урахуванням особливостей структуроутворення, отримання перлітного високоміцного чавуну із використанням внутрішньоформового модифікування рекомендується тільки для відносно невеликих тонкостінних виливків.

Механічні властивості отриманих високоміцних чавунів вивчали на зразках із стандартних клиновидних проб з товщиною основи 25 мм.

Отриманий внутрішньоформовим модифікуванням високоміцний чавун з масовою часткою кремнію від 2,0 % до 2,5 % відрізнявся від отриманого ковшовим модифікуванням меншим на 40...90 МПа тимчасовим опором під час розтягування σ_B , нижчою на 400...650 МПа твердістю НВ, підвищеним в 1,5 рази відносним видовженням δ і в 1,5...2,5 рази більшою ударною в'язкістю КС.

УДК 621.74:669.017

В.В. Ясюков, Т.В. Лысенко, О.И. Воронова, Е.Н. Козишкурт

Одесский национальный политехнический университет, Одесса

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КОМПОЗИЦИОННОМ ЛИТЬЕ

Одним из важных механизмов воздействия наноструктур ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$) на свойства композиционных отливок является возможность изменения режимов консолидации компонентов в переходной зоне жидкий металл(матрица) – металлокерамическая оболочка (ПМКО) [1]. Это стабилизирует и упрощает технологию получения качественного промежуточного слоя между элементами, составляющими композицию, что, несомненно, расширяет сферу использования этого способа литья. Присутствие наноматериалов в матрице позволяет получать промежуточный слой с высокими прочностными и пластическими свойствами: разрушение отливки при ударных знакопеременных нагрузках выше расчетных происходит путем разделения на части предварительно деформированного изделия, минуя промежуточный слой.

Одновременный рост прочностных и пластических свойств в присутствии наноматериалов повышает удельную работу механического разрушения $A = \int_e^{\varepsilon_R} \sigma d\varepsilon$ (рис. 1) [2]. ε_R - условие разрушения.

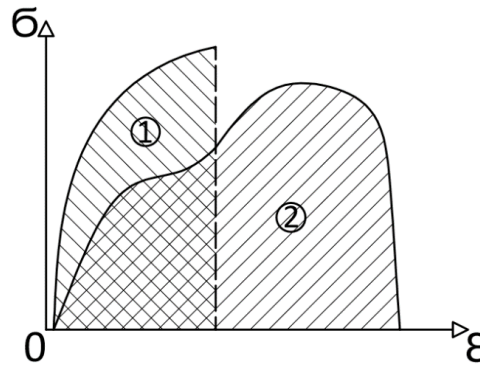


Рис.1 Сравнение величины удельной работы разрушения стали 20ГЛ при традиционном модифицировании (площадь 1) и при использовании наночастиц TiCN (площадь 2); ε - условная степень относительного изменения линейного размера.

Особенность свойств веществ в наноразмерном масштабе и связанные с этим фундаментальные различия термодинамических и кинетических механизмов кристаллизации расплавов объясняются многими факторами. Среди них следует отметить развитую поверхность с большим количеством дислокаций, плотность которых у наноматериалов несравненно выше, что обуславливает повышенную свободную энергию системы, интенсивное взаимодействие с расплавом. В отличие от кластерной теории строения расплавов, которая определяет процессы структурообразования благодаря непрерывно возникающим и разрушающимся группировкам с упорядоченной структурой, нанообъекты имеют физическую поверхность раздела с расплавом; таким образом возникает новая фаза, определяющая гетерогенный механизм кристаллизации. Движущей силой этого механизма является стремление системы к снижению свободной энергии, т.е. организация диссипативной системы.

Для формирования качественных композиционных отливок решающим являются контактные процессы, осуществляющие связь между элементами. Контактная зона должна быть однородной и управляемой по геометрическим параметрам и свойствам с учетом протекания сложных физико-химических явлений при нестационарном тепловом режиме. Для специалистов-литейщиков, проектирующих и поддерживающих технологический процесс, эта стадия является наименее прогнозируемой из-за наличия граничных, температурных и геометрических барьеров. К ним относятся: температура переходной зоны, соотношение масс жидкого и твердого металла, наличие ламинарного подслоя, корка затвердевшего металла, неметаллические включения на поверхности, газовые включения водородного характера, воздушная прослойка между фазами и др.

При получении композиционных отливок с заданной структурой поверхностного слоя (корпуса гидрораспределителей, клапанные плиты, вставки пресс-форм литья под давлением) применяли композицию из ПМКО, объединенных заливкой в форму жидкого чугуна. Необходимым условием заполнения пор металлокерамики является прогрев оболочки до $(0,8-1)$ температуры кристаллизации расплава, что можно получить путем перегрева чугуна, температуры заливки, прогрева литейной формы, перепуска металла, увеличения соотношения R/r (R – толщина слоя расплава, r – толщина слоя керамики). Перечисленные технологические мероприятия усложняют и удорожают процесс, повышают брак литья. Для стабилизации режимов консолидации переходной зоны было проведено наномодифицирование расплава карбонитридом титана, что повысило прочность соединения керамики с матричным металлом на 20%.

Список литературы

1. Ясюков, В.В. Композиционное литье с регулируемым поверхностным слоем / В.В. Ясюков, Т.В. Лысенко, К.В. Волянская // Металл и литье Украины.- 2016. - №4.– С. 36-40.
2. Дидык, Р.П. Физические основы прочности / Р.П. Дидык и др. // Днепрпетровск, «Наука и образование».– 2005. - 608 стр.