

Исследованиями установлено, что структура покрытий после напыления характеризуется значительной неоднородностью как внутри отдельных частиц, так и по покрытию в целом. Такая картина наблюдается при различных режимах напыления и вне зависимости от состава композиции. Неравномерность структуры покрытий обусловлена двумя факторами. Во-первых, – неоднородностью исходных частиц, гомогенизация которых в процессе напыления находится в начальной стадии; во-вторых, – разными условиями их кристаллизации. Интенсивность теплоотвода зависит от пористости: частицы, окруженные порами, остывают медленнее, а пористость покрытия неравномерна.

Покрытия после напыления характеризуются гетерогенностью структуры как внутри отдельных частиц, так и по покрытию в целом, что обусловлено технологическими особенностями газотермического напыления (последовательное формирование покрытия) и способом ввода модифицирующих наноконпонентов (механическая смесь). Такая картина наблюдается при различных режимах напыления и вне зависимости от состава композиционных материалов. Пористость оплавленных покрытий $\approx 1-3\%$, пористость неоплавленных покрытий $\approx 5\%$. При этом исследования показали, что введение наноструктурированного углерода и самофлюсующихся порошков, позволило уменьшить пористость покрытий. Эти частицы в покрытиях выполняют роль уплотнителя при формировании покрытия и заполняют поры, что определено микрорентгеноспектральным анализом, которые возникают при использовании «чистого» порошка. Оплавление обеспечивает диффузию углерода в основу и тем самым формирование упрочненного переходного слоя.

УДК 621.74:669.13

А.С. Раковец, ассист.; Д.В. Куис, доц., канд. техн. наук;
Н.А. Свидуневич, проф., д-р техн. наук; Л.З. Писаренко, научн. сотр.
(БГТУ, г. Минск)

ОСОБЕННОСТИ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СЕРОГО ЧУГУНА, РАБОТАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ ЧАСТЫХ ТЕРМОСМЕН

В настоящее время существует два типа тормозных систем – барабанные и дисковые. Впервые тормозные механизмы дискового типа применили в конце 40-х годов XX в., а с 70-х барабанные тормоза на передних колесах заменили на дисковые на всех автомобилях.

Материал для изготовления тормозных дисков и барабанов должен характеризоваться хорошими фрикционными свойствами,

быть стойким к разрушающим воздействиям внешней среды и, конечно же, обладать высокой термоциклической стойкостью.

Чаще всего тормозные барабаны и диски изготавливают из чугуна.

Тормозные барабаны и тормозные диски спроектированы таким образом, чтобы противостоять самому тяжелому варианту появления термического напряжения при каждом применении тормозов, но многократные применения тормозов вызывают усталостные трещины.

В работе были проведены исследования составов модификаторов повышающих термоциклическую стойкость отливок фрикционно-тормозной группы. Целью исследования было изучения влияния различных составов модификаторов на структуру, глубину отбела, измельчение эвтектического зерна и термоциклическую стойкость полученных отливок.

В качестве модификаторов для получения отливок был использован ферросиликобарий и графит, с различным их процентным содержанием в комплексном модификаторе, ковшевая добавка вводилась в виде смеси графита и ферросиликобария в количестве 0,2-0,6% от массы жидкого металла. Введение ферросиликобария в составе модификатора способствует увеличению длины графитных включений, увеличению их количества, увеличению числа эвтектических зерен, получению отливок без отбела.

Для испытания на термоциклическую стойкость тормозные барабаны трактора испытывали путем нагрева поверхности токами высокой частоты до 600°C с последующим быстрым охлаждением в воде до комнатной температуры.

В лабораторных условиях было получено несколько партий литых заготовок тормозных барабанов. Установлено, что ковшевые добавки модификатора в количестве 0,3-0,4% от массы жидкого металла обеспечивают наибольшее число циклов «нагрев-охлаждение» до 18-26 циклов. При этом повышается предел прочности на разрыв со 190 МПа для не модифицированного до 220-240 МПа при добавках модификатора 0,3-0,4%. При добавках модификатора 0,5-0,6% идет уменьшение числа циклов теплосмен до 15-20, а также снижения прочности до 150-170 МПа, при этом исключается отбел чугуна. Падение прочности и термоциклической стойкости связано с огрублением структуры пластинчатых включений графита и появлением участков феррита. Оптимальным следует считать добавки 0,3-0,4% модификатора, которые обеспечивают максимальное число циклов «нагрев-охлаждение», максимальное число эвтектических зерен и достаточно высокие механические свойства/

Неориентированные включения графита, получившиеся при модифицировании чугуна, играют роль термокомпенсаторов при

циклических нагревах и охлаждениях, способствуя повышению их термоциклической стойкости.

Проведенные испытания тормозных барабанов на тепловой удар показали, что выход из строя опытных тормозных дисков и барабанов в условиях аварийного торможения менее вероятен. Использование модификатора из графита и ферросиликобария без изменения технологии получения отливок позволяет повысить качество и надежность деталей фрикционно-тормозной группы тракторов, автомобилей и других машин, имеющих в своей конструкции такие элементы.

УДК669.24/29.018:[539/25+539/26]

Н.А. Свидунович, проф., д-р техн. наук;
Д.В. Куис, доц., канд. техн. наук; Г.П. Окатова, ст. науч. сотр.
А.С. Раковец, асп.; Ю.Г. Рудько, студ. (БГТУ, г. Минск)

ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ НАНОСТРУКТУРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НАНОУГЛЕРОДА С ДОБАВКАМИ БОРА И ЖЕЛЕЗА

Изучение фазовых превращений в системе ультрадисперсных компонентов бор-углерод-железо связано с перспективами синтеза методами нанотехнологии новой нанокерамики с уникальными физико-механическими свойствами с учетом того, что для бора интенсивная пластическая деформация однозначно связана с формированием в композитах наноструктурного состояния.

При создании нового композита бор вводился в ранее полученный композит на основе экстрагированной фуллереновой сажи ($C_{Эфс}$)– $C_{Эфс}$ -10 Мас.%Fe, как показавший лучшие результаты в серии разработанных материалов [1]. Однако доминирующая в образцах композита на основе C -10%Fe связующая "фаза-основа" обладает пониженной трещиностойкостью, проявляющейся в образовании микротрещин при изломе образцов, при замерах микротвердости (допустимая нагрузка без образования микротрещин не более 50-100 г), что и определило направление дальнейших исследований.

Идея заключалась в том, что введение бора как микролегирующей добавки в сочетании с интенсивной пластической деформацией может способствовать доформированию в композите наноструктурного состояния с образованием новых боридных наночастиц и приведет к существенному повышению трещиностойкости – вязкости разрушения матрицы, т. е. увеличению конструкционной прочности композита, что важно для инструментальных и конструкционных материалов.

В качестве исходных компонентов использовались порошки экстрагированной фуллереновой сажи (80% $C_{Эфс}$), аморфный бор марки «А» (10%), микропорошок карбонильного железа (10%).