

УДК 678.06 : 544.72

МОДИФИКАЦИЯ НАНОАЛМАЗНЫМИ ЧАСТИЦАМИ МОДЕЛЬНОГО СОСТАВА ДЛЯ ТОЧНОГО ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Прокопчук Н.Р.¹, Сырков А.Г.², Ключев А.Ю.¹, Лаптик И.О.¹

¹*Белорусский государственный технологический университет*

²*Санкт-Петербургский горный университет*

АННОТАЦИЯ

Модифицирован модельный состав ЗГВ-1 для точного литья изделий из черных и цветных металлов производства ОАО «Завод горного воска» (г. п. Свислочь, Беларусь) нанозлмазными частицами. Существенно улучшена теплостойкость ЗГВ-1: повышены температура размягчения и температура каплепадения по Уббелоде; предложен механизм повышения теплостойкости модельного состава нанозлмазными частицами.

Ключевые слова: модельный состав; точное литье; выплавляемые модели; изделия из металлов; нанозлмазные частицы; температура размягчения; температура каплепадения.

MODIFICATION OF THE MODEL COMPOSITION BY NANODIAMOND PARTICLES FOR PRECISION CASTING OF SMELTED MODELS

Prokopchuk N. R.¹, Syrkov A. G.², Klyuev A. Yu.¹, Laptik I. O.¹

¹*Belarusian State Technological University*

²*Saint Petersburg Mining University*

ABSTRACT

The model composition of ZGV-1 has been modified for precision casting of ferrous and non-ferrous metal products manufactured by JSC "Mining Wax Plant" (Svisloch, Belarus) with nanodiamond particles. The heat resistance of ZGV-1 has been significantly improved: the softening temperature and the drop-off temperature according to Ubbelode have been increased; a mechanism for increasing the heat resistance of the model composition by nanodiamond particles has been proposed.

Keywords: model composition; precision casting; smelted models; metal products; nanodiamond particles; softening temperature; drop-off temperature.

Возрастающие требования к продукции машиностроения стимулируют разработки новых высокоэффективных способов обработки металлов. Метод литья по выплавляемым моделям, благодаря преимуществу по сравнению с другими способами изготовления отливок, получил значительное распространение. Он позволяет максимально приблизить отливки к готовой детали, а иногда получить литую деталь без дополнительной обработки перед сборкой.

В настоящее время на рынке стран ЕАЭС присутствуют достаточно эффективные модельные составы, производимые фирмами США, Германии, России, и единственные модельные составы, производимые белорусским ОАО «Завод горного воска». Базовым вариантом нескольких типов модельных составов, выпускаемых этим предприятием, является ЗГВ-1, применяемый на ряде предприятий России и Беларуси [1]. Он уступает зарубежным аналогам по теплостойкости, но отличается от них меньшей стоимостью из-за использования в его составе доступных, недорогих компонентов (% масс.) [2]: буроугольный воск «Kamonta» (30,0); парафин (45,0); полиэтиленовый воск ПВ-200 (10,0); сосновая живичная канифоль (10,0); триэтанолламин (5,0). Модельный состав ЗГВ-1 применяется для получения отливок из многих литейных сплавов.

Цель исследования – создать модельный состав для точного литья повышенной теплостойкости путем связывания компонентов модельного состава ЗГВ-1 дополнительными физическими взаимодействиями, создаваемыми наноалмазными частицами; основываясь на потенциальных возможностях наночастиц с высокой некомпенсированной поверхностной энергией, усилить физические взаимодействия в модельном составе и тем самым повысить его теплостойкость.

Объектами исследования служили: модельный состав ЗГВ-1, наноалмазные частицы производства НПЗАО «Синта» (г. Минск, Беларусь) – алмазосодержащая шихта марки АШ-А (ТУ РБ 100056180.003-2003) и ультрадисперсный синтетический алмаз марки УДА (ТУ РБ 28619110.001-95). Характеристика углеродных

наноматериалов приведены в статье «Улучшение свойств покрытий по металлу наномалмазными частицами» [3].

Температура размягчения модельных составов немодифицированного ЗГВ-1 и содержащих разные концентрации УДА и АШ-А определяли по ГОСТ 23863-79 на аппарате типа ИКАР. За температуру размягчения принимали среднее арифметическое четырех показаний термометра для каждого образца. Расхождения между наиболее отличающимися показаниями термометра не превышали 0,8 °С.

Температурой каплепадения называют температуру, при которой капля олигомера отделяется от равномерно нагретой массы испытуемого вещества под действием собственного веса. Она определяется на приборе Уббелюде [4].

Модельный состав, содержащий наночастицы, получали путем введения в него расчетное количество (% масс.) 0,005; 0,01; 0,05; и 0,1 УДА и АШ-А порциями, предварительно перемешивая нагретую массу ЗГВ-1 до жидкого состояния на мешалке типа ИКА RW 20 digital со скоростью 220 об/мин. в течение 15 минут.

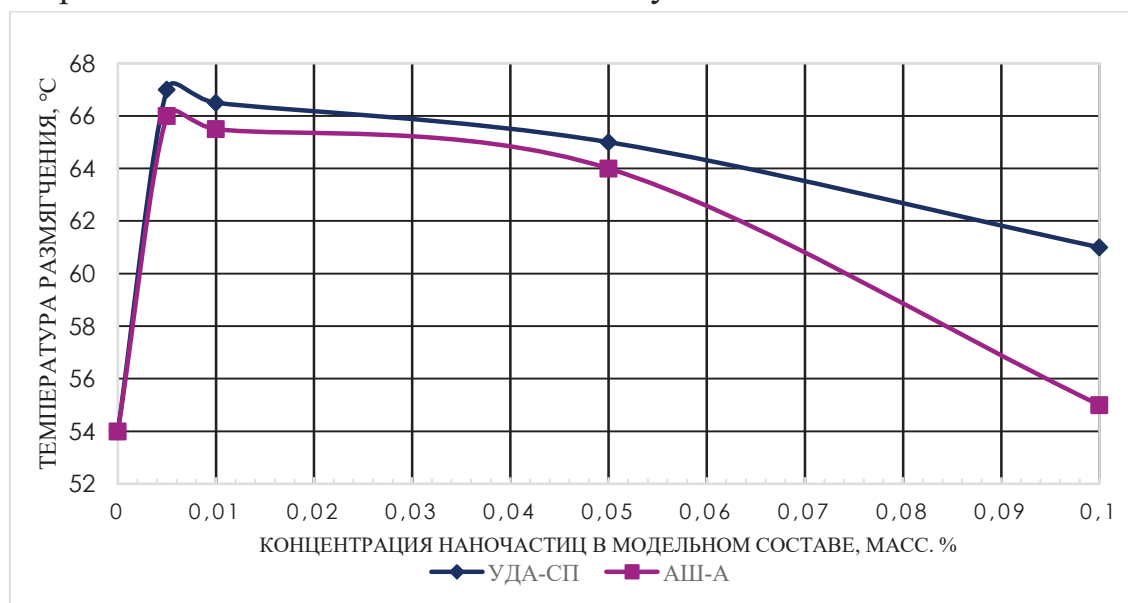


Рис.1. – Зависимость температуры размягчения от концентрации наночастиц

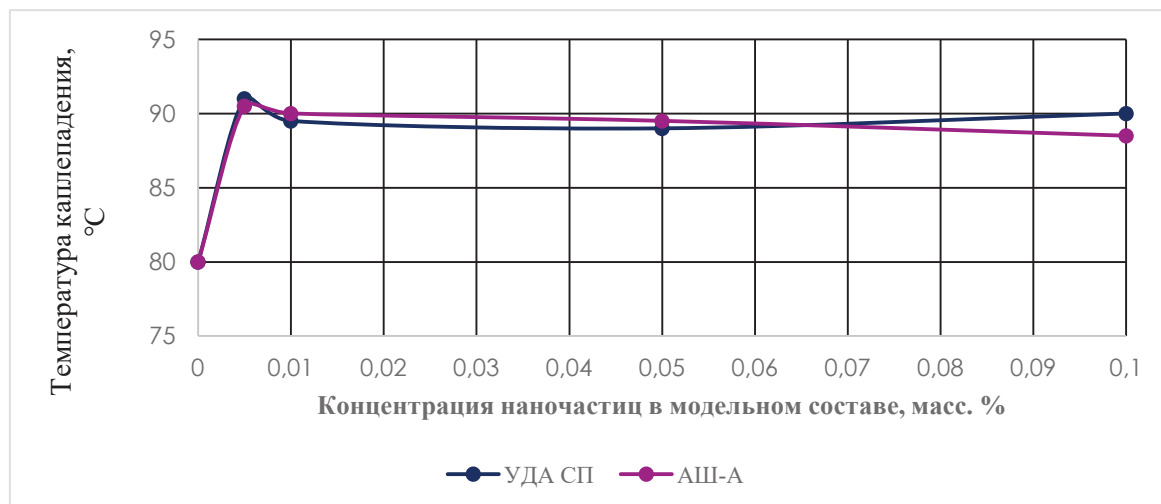


Рис.2. – Зависимость температуры каплепадения от концентрации наночастиц

На рисунках 1 и 2 представлены экспериментальные данные по влиянию концентрации наноалмазных частиц, введенных в модельный состав ЗГВ-1, на температуру размягчения и температуру каплепадения модифицированного композиционного состава.

Из рисунков видно, что зависимости температур размягчения и каплепадения от концентрации наноалмазных частиц по своему характеру схожи. В начале при малых концентрациях (0,005 % масс.) наблюдается их резкий рост. Затем этот рост прекращается и при содержании наночастиц 0,01 % масс. наблюдается снижение теплостойкости. При больших концентрациях 0,05 % масс. и 0,1 % масс. наблюдается дальнейшее снижение теплостойкости наномодифицированного модельного состава. Таким образом, оптимальной концентрацией наноалмазных частиц в ЗГВ-1 является концентрация 0,005 % масс. Экспериментальный характер зависимостей на рисунках 1 и 2 можно объяснить следующим образом. В области концентраций наночастиц 0,001 – 0,005 % масс. формируется пространственная физическая сетка в результате взаимодействия энергетически активной поверхности наночастиц с карбоксильными и гидроксильными группами компонентов, входящих в состав модельного состава ЗГВ-1. При концентрации наночастиц 0,005 % масс. эта сетка наиболее однородная и плотная. При дальнейшем увеличении содержания наночастиц в композиции вначале нарушается однородность физической сетки, а затем и ее плотность из-за сближения наночастиц и их агрегации.