

УДК 676.085.4

Н.Р. Прокопчук, д-р хим. наук, член-корр. НАН Беларуси, проф.;
А.Ю. Ключев, д-р техн. наук, проф.;
И.О. Лаптик, инж. (БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА ЛИНЕЙНУЮ УСАДКУ МОДЕЛЬНОГО СОСТАВА ЗГВ-101

В литье по выплавляемым моделям точностные параметры отливок деталей в основном определяются точностью их выплавляемых моделей. Размеры и форма выплавляемых моделей весьма чувствительны к изменениям их температурно-временных параметров их изготовления, хранения.

На сегодняшний день разработчики модельных составов (МС) для производства отливок ответственного назначения ориентируются на следующие показатели: технологическая линейная усадка, теплоустойчивость, зольность. При этом потребители МС не имеют возможности в полной мере оценить пригодность того или иного МС для своего производства без опробования в промышленных условиях. Разработка МС с пониженной линейной усадкой – актуальная задача [1].

Линейную усадку МС обычно определяют по изменению длины образцов из них, изготовленных в виде брусков различного квадратного сечения и длины. В ходе эксперимента, линейная усадка МС понижается с увеличением давления запрессовки в пресс-форму, а также с увеличением длины бруска, при его неизменном поперечном сечении.

В качестве оценочного параметра линейной усадки МС ЗГВ-101 и образцов, модифицированных наночастицами различной природы, использовали изменение длины отвердевших образцов сечением 4×10 мм и длиной 90 мм. Заливку МС осуществляли без давления в формы из фторопласта при температуре 110 °С. Измерение длины образцов проводили через 24 часа после их затвердевания при 20 °С электронным штангельциркулем марки F – 5096PE3 (0–250 мм) с точностью до 0,001 мм [2].

Линейную усадку МС (%) немодифицированного ЗГВ-101 определяли по формуле:

$$(L - L_0)/L_0 \cdot 100,$$

где L – размер отливки при температуре затвердевания, см; L_0 – размер отливки после остывания до комнатной температуры, см.

В ходе выполнения испытаний по определению линейной усадки были получены результаты, представленные на рисунке 1.

Как следует из данных, представленных на рисунке 1, наблюдается существенное снижение усадки наномодифицированных МС: с 0,8 % до 0,44 % при 0,005 масс. %; с 0,8 % до 0,35 % при 0,02 масс. %; с 0,8 % до 0,50 % при 0,05 масс. %; с 0,8 % до 0,64 % при 0,1 масс. %.

Предложена гипотеза, объясняющая снижение усадки наночастицами МС ЗГВ-101: наночастицы, обладая энергетически активными поверхностями, физически взаимодействуют с карбоксильными и гидроксильными группами компонентов, входящих в состав ЗГВ-101. При увеличении содержания наночастиц свыше 0,02 масс. % в композициях нарушается равномерность их распределения по объему, снижается

их взаимодействие с функциональными группами компонентов ЗГВ-101 [3].

Образование физических связей между наночастицами и полярными группами компонентов МС ЗГВ-101 подтверждается полным сохранением снижения усадки при многократных циклах плавления-затвердевание.

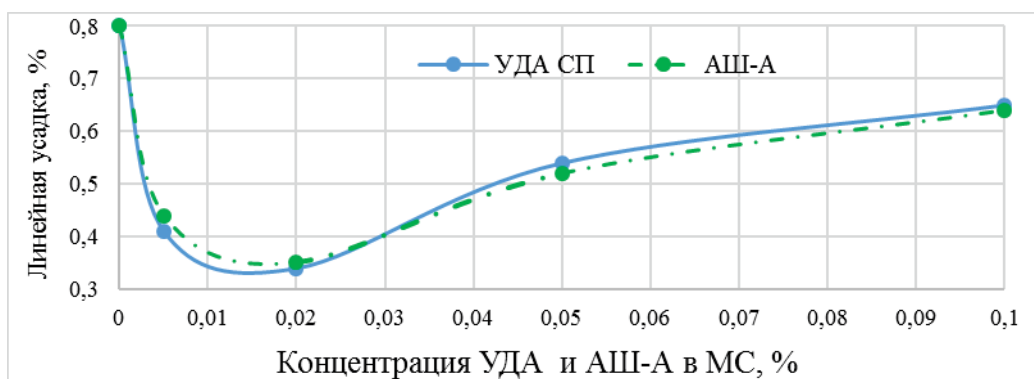


Рисунок 1 – Зависимость линейной усадки от концентрации наночастиц МС ЗГВ-101

При расплавлении запрессованных брусков МС ЗГВ-101 и ЗГВ-101 с наномодификатором АШ-А 0,02 масс. % в заливке расплава во фторопластовые формы без давления, после затвердевания и выдержке брусков 24 часа, эффект снижения усадки восстанавливается. Это свидетельствует о том, что при плавлении ранее запрессованных под давлением брусков, восстанавливается система физических взаимодействий между наночастицами и полярными группами компонентов композиции.

Динамическую вязкость МС определяли на ротационном вискозиметре Brookfield RVDV-II+ Pro, принцип работы которого основан на измерении закручивания калиброванной пружины при вращении шпинделя в тестируемой жидкости с постоянной скоростью.

В МС добавляли оптимальные количества наночастиц (УДА

СП, АШ-А, TiO_2 , ZnO). Установлен рост динамической вязкости при наномодификации МС (рисунок 2).



Рисунок 2 – Зависимость динамической вязкости МС ЗГВ-101 от природы наночастиц

Установлен рост динамической вязкости при наномодификации модельного состава ЗГВ-101. При этом наибольший рост динамической вязкости достигается наночастицами оксидов цветных металлов ZnO .

ЛИТЕРАТУРА

1. Прокопчук Н. Р., Клюев А. Ю., Лаптик И. О. Повышение теплостойкости модельного состава наноалмазными частицами // Труды БГТУ. – 2022. – № 1. – С. 96–100.
2. Прокопчук Н. Р., Сырков А. Г., Клюев А. Ю., Лаптик И. О. Модификация наноалмазными частицами модельного состава для точного литья металлических изделий по выплавляемым моделям // Цветные металлы – 2022. – № 6. – С. 59–63.
3. Прокопчук Н. Р., Клюев А. Ю., Лаптик И. О. Повышение теплостойкости модельного состава для точного литья наноалмазными частицами // Технология органических веществ: Материалы 86-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием). [Электронный ресурс] / отв. за издание И.В. Войтов, БГТУ. – Минск : 2022 – С. 94–97. ISBN 978-985-530-979-7.