

**Отзыв**  
**на автореферат диссертации**  
**Баринаова Антона Юрьевича**

«Повышение эффективности литья в керамические формы за счет аддитивного производства воско-полимерных моделей», представленной на соискание  
ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.6.3 – Литейное производство (технические науки)

Технология литья по выплавляемым моделям (ЛВМ) является наиболее трудоемкой и энергозатратной, а также отличается длительностью процесса относительно других технологий литья. Однако именно таким способом изготавливают большинство деталей в авиастроении – очень высокотехнологичной отрасли. Диссертационная работа Баринаова А.Н., направленная на интеграцию технологий 3D-печати и процесса ЛВМ, способствует значительному снижению сроков ввода новых изделий в производство и снижению производственного брака на этапах отработки технологического процесса, является актуальной как в настоящее время, так и в обозримом будущем.

К научной новизне диссертационной работы следует, прежде всего, отнести:

1) результаты сравнительных исследований свободной линейной усадки ( $\alpha_m$ ) и стабильности линейных размеров ( $\Delta L$ ) из наполненных (Romocast 252, Romocast 352) и ненаполненных (Romocast 152, МВС-3Т) восковых модельных составов, где минимальными значениями линейной усадки  $\alpha_m$  ( $\leq 0,8\%$ ) при затвердевании и  $\Delta L$  в интервале температур  $-5...+35^\circ\text{C}$  характеризуются образцы из наполненных восковых составов;

2) сравнительные исследования зольного остатка  $A$  (%) и свободной линейной усадки  $\alpha_{\text{пм}}$  (%) основных полимерных материалов PLA, HIPS, ABS, PMMA, используемых в аддитивном производстве (АП) моделей по FDM-технологии. Установлено, что минимальными значениями  $A$  и в рабочих диапазонах температур характеризуются полимеры PLA ( $A \sim 0,19...0,25\%$ ;  $\alpha_{\text{пм}} \sim 0,2...0,6\%$ ) и PMMA ( $A < 0,05\%$ ;  $\alpha_{\text{пм}} \sim 0,4...0,8\%$ );

3) установление зависимости технологической усадки  $\alpha_n$  модели при АП от свободной линейной усадки полимерного материала  $\alpha_{\text{пм}}$ , температуры экструзии при печати  $T_e$  и плотности заполнения  $K_0$ ;

4) исследование влияния доли полиэтиленового воска на температуру каплепадения ( $T_{\text{впс}}$ ) наполненных восковых составов и технологические свойства ( $\alpha_n$  и  $\Delta L$ ) образцов при АП. Установлена зависимость температуры экструзии филаментов  $T_{\text{эф}}$  при 3D-печати от  $T_{\text{впс}}$  синтезированных воско-полимерных составов:  $T_{\text{эф}} \pm 5 = T_{\text{впс}} - (15...25)$ ,  $^\circ\text{C}$ .

Практическая значимость полученных результатов заключается в доказательстве того, что по совокупности значений зольного остатка, технологической свободной линейной усадки и коэффициента теплового линейного расширения при исследованных значениях плотности заполнения внутренних структур для изготовления выжигаемых моделей средствами АП наиболее технологичным является полимер на основе PLA; синтезированы воско-полимерные составы (ВПС) для производства филаментов и моделей и них средствами АП; разработаны принципы проектирования воско-полимерных комбинированных моделей, состоящей из внешней легкоплавкой оболочки и внутренней тугоплавкой части, разработаны режимы АП моделей из филаментов на основе синтезированных марок ВПС. Представленная работа прошла опытно-промышленные испытания.

Замечание по автореферату:

«При АП моделей требуется расстановка поддерживающих (опорных) структур под нависающими частями модели в процессе печати» (стр.13 автореферата). Однако автор не указывает, насколько повышается трудоемкость по уборке опорных структур и как сильно они влияют на время подготовки модели по сравнению с традиционной технологией производства моделей по технологии ЛВМ.

Работа в целом оставляет положительное впечатление, а указанное замечание не носит принципиальный характер и не снижает общей научной ценности и практической значимости диссертационной работы.

Диссертационная работа «Повышение эффективности литья в керамические формы за счет аддитивного производства воско-полимерных моделей» по уровню полученных научно-практических результатов соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Баринов Антон Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – Литейное производство (технические науки).

Выражаем согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата технических наук Баринова Антона Юрьевича и их дальнейшую обработку.

Доцент кафедры «Машиностроительные технологии и оборудование» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,  
к.т.н.,  
(специальность 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении))  
[gurievma@mail.ru](mailto:gurievma@mail.ru)  
тел.: 8 (3852) 29-08-63

Гурьев Михаил  
Алексеевич

Ведущий научный сотрудник  
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,  
зав. кафедрой «Машиностроительные технологии и оборудование», д.т.н.,  
(специальность 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов)  
[serg225582@mail.ru](mailto:serg225582@mail.ru)  
тел.: 8 (3852) 29-09-56

Иванов Сергей  
Геннадьевич

Почтовый адрес:  
656038, Сибирский федеральный округ,  
Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 46

Подписи Гурьева М.А. и Баринова С.Г.  
удостоверяю:

04.04.2013

Подпись заверяю:

Имя, фамилия и  
кадровый Ю.Ю. Кеша

