

5. Кальцийфосфатные композиции с поливиниловым спиртом для 3D-печати / О. Н. Мусская [и др.] // Материаловедение. – 2019. – № 7. – С. 23–28.
6. Биоактивный ксерогель гидроксиапатита / О. Н. Мусская [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук. – 2011. – № 1. – С. 5–11.
7. Физиологическая роль кремния / Л. А. Мансурова [и др.] // Сибир. мед. журн. – 2009. – № 7. – С. 16–18.
8. О возможности применения сшиваемого поливинилового спирта в качестве носителя лекарственных веществ для интравитреального введения / М. М. Шишкин [и др.] // Вестн. Нац. мед.-хирург. центра им. Н. И. Пирогова. – 2010. – Т. 5, № 1. – С. 16–21.
9. Минерал-полимерные композиты на основе гидроксиапатита с поливинилпирролидоном для медицинских применений / И. В. Фадеева [и др.] // Докл. Акад. наук. – 2019. – Т. 487, № 3. – С. 270–274.
10. Получение биоактивных мезопористых кальций-фосфатных гранул / О. Н. Мусская [и др.] // Неорган. матер. – 2018. – Т. 54, № 2. – С. 130–137.
11. Вересов, А. Г. Химия неорганических биоматериалов на основе фосфатов кальция / А. Г. Вересов, В. И. Путляев, Ю. Д. Третьяков // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). – 2004. – Т. 48, № 4. – С. 52–64.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ 3D-МАКЕТИРОВАНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ**

**Н. Н. Попок, С. А. Портянко, Е. М. Тихон**

*Полоцкий государственный университет,  
г. Новополоцк, Беларусь*

*Рассмотрены особенности проектирования и изготовления сборных режущих инструментов с использованием 3D-макетирования. Приведены физические модели основных конструктивных элементов режущих инструментов с учетом особенностей трехмерной печати. Рассмотрено влияние теплового воздействия на макеты, усадки и структуры пластикового материала на точность выполняемых размеров режущих инструментов, даны рекомендации по совершенствованию конструкций режущих инструментов с использованием гибридных технологий.*


В процессе проектирования и изготовления режущих инструментов ставится задача создания в короткие сроки и с минимальными материальными и финансовыми затратами такой кон-

струкции, которая бы по своим техническим характеристикам максимально соответствовала ее функциональному назначению. В качестве средств для решения этой задачи предлагаются 3D-проектирование и 3D-печать макетов режущих инструментов, на которых отрабатываются их конструктивные и технологические особенности, учитывающие реальные условия производства.

На первом этапе исследований были отпечатаны макеты корпусных модулей и блоков резцовых из различных полимерных материалов и с использованием различных 3D-принтеров. Характеристики материалов и принтеров представлены в табл. 1.

При реализации 3D-печати были отмечены следующие особенности технологий: назначение геометрических допусков и вы-

*Таблица 1. Характеристики материалов и принтеров*

			
<b>Stratsys Mojo</b>		<b>Mass Portal Pharaoh XD 30</b>	
Технология печати	FDM	Технология печати	FDM
Толщина слоя (мкм)	178	Толщина слоя (мкм)	от 20
Материалы	ABSplus-P430	Материалы	ABS, ABS-GF, TPU-CF, TPU-GF, PLA, PLA-PRO, PC, PC-ABS, PET, PETG, PP, HIPS, SBS, TPU, TPE, ASA, PVB, SAN
Рабочая зона (мм)	140 × 140	Рабочая зона (мм)	300 × 300
Размеры (мм)	630 × 450 × 530	Размеры (мм)	425 × 483 × 875
Страна-производитель	США	Страна-производитель	Латвия

бор филамента (материала) следует осуществлять исходя из его температурных характеристики и усадки в рабочей среде под действием нагрева окружающей среды, стола и экструдера, которые необходимо учитывать при проектировании макетов (табл. 2).

*Таблица 2. Особенности материалов*

№ блока	Материал	T °C (сопла)	T °C (стола)	Расположение*	
				горизонтальное	вертикальное
1	ABS	245	90–105	+	+
2	ABS-GF	250	95	+	–
3	PA	265 (260)	70	–	–
4	PA-GF	265	70	–	+
5	PC	285 (300)	110	–	+
6	PLA	210–225	60	+	+
7	PVB	210	60	+	+
8	SBS	235	70	+	–
9	TPU-GF	250	60	+	+
10	FLEX	235	60	–	+
11	PET	235	60	+	+
12	PETG	235	70	–	+

**П р и м е ч а н и е.** Знаками более (+) и менее (–) отмечены предпочтительные варианты расположения модели.

Исследование структуры заданных материалов показало, что при одинаковых параметрах печати, степень изменения геометрических параметров изделия зависит от состава филамента. В случае однородности материалов образуются прочные связи с гладкими поверхностями с отсутствием пор и сохранением более высокой точности изготовления и качества полученной поверхности.

Стоимостной анализ используемых материалов и технологий показал, что на изготовление одной державки блока резцового необходимо 13 г (4000 мм) пластика Ø 1,75 мм при 100%-ной заливке, в денежном выражении – это ~2,6 бел. рубля за единицу.

В результате предварительной оценки возможностей 3D-печати макетов режущих инструментов установлено, что в данном

направлении необходимо проведение дальнейших исследований, так как включение макетирования режущих инструментов в процесс конструкторской и технологической подготовки производства гарантирует сокращение сроков и затрат.

### **Список использованных источников**

1. Попок, Н. Н. Подготовка машиностроительного производства на основе 3D-прототипирования технологической оснастки / Н. Н. Попок, С. А. Портянко // Инновационные технологии в машиностроении (ИнТехМаш-2020) // электронный сб. ст. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию машиностроительных специальностей и 15-летию научно-технологического парка Полоц. гос. ун-та, Новополоцк, 21–22 апр. 2020 г. – Новополоцк, 2020. – С. 40–41.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ**

**С. В. Смирнов<sup>1</sup>, В. В. Ткаченко<sup>1</sup>, О. О. Кузнечик<sup>2</sup>,  
С. И. Утехин<sup>1</sup>, Д. Б. Парাপкович<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>ОИПИ НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>Институт порошковой металлургии имени академика О. В. Романа,  
г. Минск, Республика Беларусь*

**Функциональные требования к информационному обеспечению аддитивного производства.** Преимущества аддитивного производства, в том числе производств, включающих элементы аддитивных технологий, могут быть реализованы только при условии использования информационных технологий последнего уровня и профессиональной готовности специалистов к этому использованию. Для создания и обслуживания единого информационного пространства в масштабах подразделений, связанных в общую технологическую цепочку получения изделия, необходима интегрированная система управления данными об из-