

Учитывая, что 3D-принтер Ultimaker S5 имеет жесткий каркас, экструзионную систему Bowden, качественную картезианскую кинематическую схему перемещения печатающей головки и платформы, печать производили на максимальной скорости допустимой для полимера Tough PLA в рамках отдельных слоев и периметров.

Были также произведены настройки 3D-печати, связанные с температурными характеристиками материала и рабочей среды построения, корректировкой показателей потока жидкого полимера, охлаждения и формирования внутренних и внешних периметров, вспомогательных стенок, режима перемещения печатающей головки и др. При этом параметры построения подбирались с учетом обеспечения высокой точности соответствия геометрическим и размерным характеристикам 3D-модели и снижения времени 3D-печати элемента технологической оснастки (рис. 2).



Рис. 2. Подготовка оптимизированного изделия к 3D-печати и реальный образец

По полученному элементу технологической оснастки был изготовлен реальный образец горелки из огнеупорных материалов, обеспечивающий заданные параметры работы печной установки патентирования. В данный момент разработанная горелка эффективно используется в производственных условиях ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК».

Таким образом, проведенный комплекс работ позволяет заключить, что использование современных средств цифровых технологий в производстве изделий (в том числе огнеупорных элементов) позволяет не только снизить расход материальных ресурсов и время изготовления, но и улучшить их технологические показатели.

Л и т е р а т у р а

1. Additive Manufacturing Technologies. Third Edition / I. Gibson [et al.]. – Cham, Switzerland : Springer, 2021. – 685 p.

УДК 546:54.057

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ

М. И. Михайлов, О. А. Лапко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

В настоящее время ввиду неуклонного роста доли полимерных композиционных материалов в технике научно-технический прогресс отрасли в значительной степени определяется как расширением производства новых видов [1], так и совершенствованием существующих полимерных материалов [2]. Одно из ведущих мест в машиностроении занимают полимерные материалы. При этом особая роль отво-

дится эпоксидным смолам. Благодаря оптимальному сочетанию физико-химических и теплофизических свойств на их основе разработаны одни из лучших связующих для большинства волокнистых композиционных материалов.

Цель работы – изготовление экспериментальных композиций на основе полимеров и исследование физико-механических свойств данных составов.

Объекты исследования: композиция из эпоксидной смолы и отвердителя; композиция из полиэфирной смолы и отвердителя; композиция из эпоксидной смолы, полиэфирной смолы и отвердителей; композиция из эпоксидной смолы, наполнителя и отвердителя; композиция из полиэфирной смолы, наполнителя и отвердителя; композиции из эпоксидной смолы, полиэфирной смолы, отвердителей и наполнителя зернистостью 50 мкм; композиции из эпоксидной смолы, полиэфирной смолы, отвердителей и наполнителя зернистостью 250 мкм; композиция из полиэфирной смолы, стекловолокна и отвердителя; образцы с «холодной сваркой» (всего 22 образца) (рис. 1).



Рис. 1. Образцы, подготовленные для испытаний

Испытания проводились на сжатие на машине INSTRON 5969 с предельной нагрузкой 50 кН. При проведении испытаний образцы под номерами № 2–11 не разрушились (рис. 2). При дальнейшем нагружении образцы продолжали деформироваться, превращаясь в диск без разрушения.

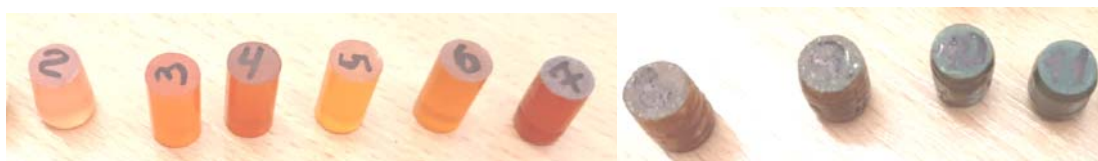


Рис. 2. Образцы № 2–11 после снятия нагрузки

Образцы № 1, № 12–22 разрушились (рис. 3).



Рис. 3. Образцы № 1, № 12–22 после деформации

По данным испытаний были построены графики зависимости деформации образцов от нагрузки.

Анализируя полученные данные, при нагружении образцов было выявлено, что наибольшую нагрузку выдержали образцы, в составе которых есть эпоксидная смола. Образец из эпоксидной смолы выдерживает 109 МПа. Образец с «холодной сваркой» довольно хрупкий и выдерживает нагрузку не более 27 МПа. Образец из полиэфирной смолы не разрушился. Введение карбида кремния приводит к увеличению прочности. Увеличение зернистости при одинаковом соотношении компонентов приводит к уменьшению предела прочности в 1,3 раза, а увеличение в составе полиэфирной смолы уменьшает предел прочности в 2 раза.

Таким образом, при проведении предварительных испытаний было установлено, что введение полиэфирной смолы увеличивает эластичность, но уменьшает прочность эпоксидных композитов. Введение дисперсных наполнителей в эпоксидную смолу приводит к увеличению прочности, но повышению хрупкости материала. Однако тот факт, что эпоксидная смола модифицирована полиэфирной смолой, позволяет перейти от хрупкого разрушения материалов к упруго-пластичной деформации.

Л и т е р а т у р а

1. Нильсон, Л. Механические свойства полимеров и полимерных композиций / Л. Нильсон. – М. : Химия, 1978. – 378 с.
2. Михайлов, М. И. Оптимизация состава фрикционного покрытия твердосплавных пластин сборного инструмента / М. И. Михайлов, З. Я. Шабакаева // Материалы, технологии, инструмент. – 1996. – № 3. – С. 28–30.

УДК 546:54.057

СОВРЕМЕННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

С. Н. Бобрышева, И. Ю. Ухарцева

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

Развитие современной техники требует новых конструкционных материалов, превосходящих по своим прочностным, упругим и другим свойствам традиционные. К числу наиболее интересных и перспективных относятся полимерные композиционные материалы (ПКМ), которые все чаще применяются в современном машиностроении, причем их используют в тех случаях, когда ни один другой материал не отвечает возрастающим требованиям новой техники. В настоящее время полимеры и материалы на их основе серьезно потеснили такие основные конструкционные материалы, как железобетон, металл, дерево. Возможности полимерных материалов чрезвычайно широки благодаря многообразию полимеров и наполнителей, неисчерпаемой варибельности составов композитов на их основе и методов их модификации.

Применение ПКМ в машиностроительном производстве является одним из наиболее перспективных путей повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции. Снижение металлоемкости изделий и, как следствие, массы машины оказывает существенное влияние не только на экономию материалов, но и на энергозатраты на этапе их эксплуатации.