

**ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ
ВЯЗКОУПРУГОСТИ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ИЗДЕЛИЯХ,
ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ 3D-ПЕЧАТИ**

Одна из важных особенностей многих материалов, в частности полимерных, – зависимость напряжений и деформаций от времени, которая характеризует реономные или вязкоупругие свойства. Явление уменьшения напряжений в течении времени называется релаксацией, а увеличения деформаций в течении времени ползучестью. Одна из наиболее распространенных моделей, описывающих связь между напряжениями и деформациями – модель «стандартного» вязкоупругого тела или тела Кельвина [1]:

$$\sigma + t_p \frac{d\sigma}{dt} = E\varepsilon + Ht_p \frac{d\varepsilon}{dt}.$$

где t_p – время релаксации; E – длительный модуль; H – мгновенный модуль.

Параметры t_p , E и H называются параметрами вязкоупругости и существенно зависят от температуры. Для моделирования поведения изделий, изготовленных из термопластичных материалов методами 3D-печати и находящихся при длительном воздействии нагрузки и повышенной температуры необходимы температурные зависимости параметров вязкоупругости. В доступной литературе для термопластичных материалов, которые используются в аддитивных технологиях сведения о таких зависимостях отсутствуют.

Цель работы: исследование зависимостей параметров вязкоупругости образцов из ABS-пластика и PLA-пластика, полученных методом экструзии материала, от температуры окружающей среды.

Для получения температурных зависимостей длительного E , мгновенного H модулей и времени релаксации t_p определяли значения данных параметров вязкоупругости при различных температурах (20, 40, 60, 80°C) на установке [2]. Точность регулирования температуры составляла $\pm 1^\circ\text{C}$. С помощью тензодатчика записывали деформацию рабочей части образца как функцию времени (кривые кратковременной ползучести) при данной температуре.

Значения мгновенного и длительного модулей и времени релаксации рассчитывали по методу наименьших квадратов по линеаризованным кривым кратковременной ползучести. На рисунке приведены зависимости параметров вязкоупругости от температуры.

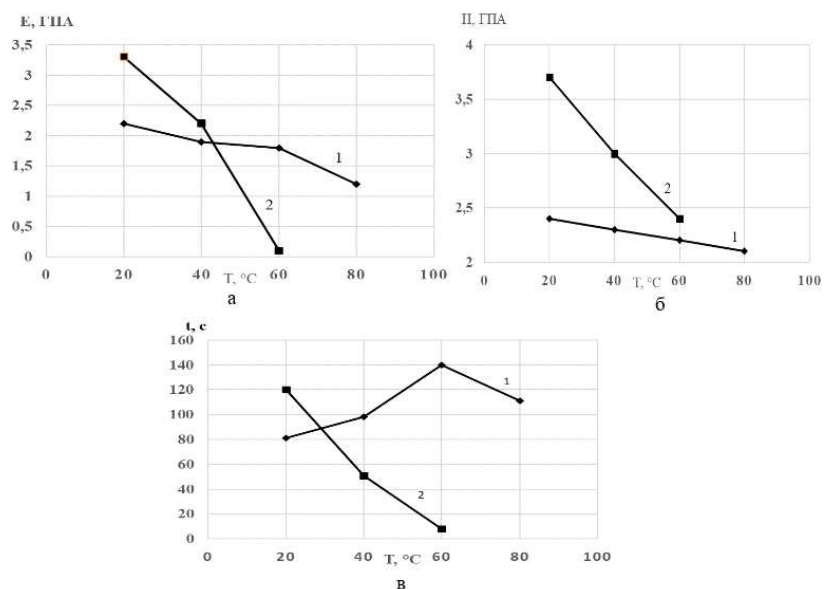


Рисунок – Зависимости длительного модуля (а), мгновенного модуля (б) и времени релаксации (в) от температуры: 1 – АБС-пластик; 2 – PLA.

Зависимости параметров упругости от температуры, представленные на рисунке типичны для полимерных материалов. С увеличением температуры длительный и мгновенный модули для исследованных материалов снижаются. Для PLA с увеличением температуры время релаксации снижается, а для ABS-пластика, напротив, увеличивается.

Полученные в результате исследования данные о температурных зависимостях параметров вязкоупругости могут быть использованы для моделирования поведения изделий, изготовленных из термопластичных материалов методами 3D-печати и находящихся при длительном воздействии нагрузки и повышенной температуры

ЛИТЕРАТУРА

1. Ставров, В.П. Механика композиционных материалов: Учеб. пособие. / В.П. Ставров. – Минск: БГТУ, 2008. – 259 с.
2. Карпович, О.И. Температурные зависимости вязкоупругих свойств материала на основе смеси АБС-пластика и полипропилена / О.И. Карпович // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск 28–29 мая 2008 г. / Белорус. гос. технолог. ун-т; редкол.: И. М. Жарский [и др.]. – Минск, 2008. – С. 148–151.