

УДК 678:539.3; 620.17

О.І. Буря канд. техн. наук, проф., О.О. Набережна канд. техн. наук,
С.В. Калініченко, О.А. Терентієва

Дніпровський державний технічний університет, Україна

ВПЛИВ РЕЖИМУ ФОРМУВАННЯ НА МІЦНІСНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІІМІДУ YS-20

**O.I. Burya Ph.D., Prof., O.O. Naberezhnaya Ph.D., S.V. Kalinichenko, O.A. Terentieva
INFLUENCE OF FORMING MODE ON STRENGTH PROPERTIES OF THE
POLYIMIDE YS-20**

Поліімід YS-20 (PI) – один з найбільш ефективних полімерів для заміни металевих деталей вальцівних з'єднань машин та механізмів, оскільки поєднує у собі гарний комплекс триботехнічних і міцнісних характеристик, що дозволяє використовувати його для виготовлення деталей, які працюють в екстремальних умовах (при великих навантаженнях і високих температурах до 623 К).

Метою даної роботи було дослідження впливу режиму формування на фізико-механічні властивості поліімиду YS-20.

В якості об'єкту дослідження був обраний лінійний гетероцепний поліімід марки YS-20, з характеристиками: густина – 1430 кг/м³; твердість – 45 – 60 HRE; межа міцності – 170 МПа; коефіцієнт тертя – 0,29; теплоємність – 1130 Дж/кг·К; теплопровідність – 0,346 Вт/м·К; кисневий індекс – 53 %.

Процес таблетування порошкоподібного PI здійснювали на гідравлічному пресі при тиску 125 МПа. Перед формуванням PI ретельно висушували у термошафі DNG-9075A протягом 1,5...2 годин при температурі 323 - 473 К, потім завантажували до прес-форми і нагрівали до 623 - 663 К, витримували без тиску від 600 до 3000 с, плавно підвищували тиск і витримували матеріал протягом 600 – 2400 с. Після чого зразки охолоджували при постійному тиску до 523 К і виштовхували з прес-форми [1].

Визначення механічних властивостей поліімиду проводили згідно ГОСТ 4651-82 на машині Z020 фірми Zwick/Roell при швидкості деформації 1 мм/хв та температурі 293 К. Розрахунок міцнісних показників модуля пружності (E) та коефіцієнта Пуассона (ν) здійснювали за формулами:

$$1. E = \frac{P_2 - P_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \cdot 100 \%, \text{ МПа}$$

де P_1, P_2 – навантаження, МПа; $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – відносна деформація при стисненні, %.

$$2. \nu = \frac{E - 6\sigma_T}{6\sigma_T + 2E}$$

де; σ_T – межа текучості при стисненні, МПа.

Аналіз результатів показав (рис. 1), що досліджуванні зразки, які формувалися при різних режимах пресування суттєво відрізняються: зразок пресований при темпера-

Рисунок 2. Графік залежності ν (t, T)

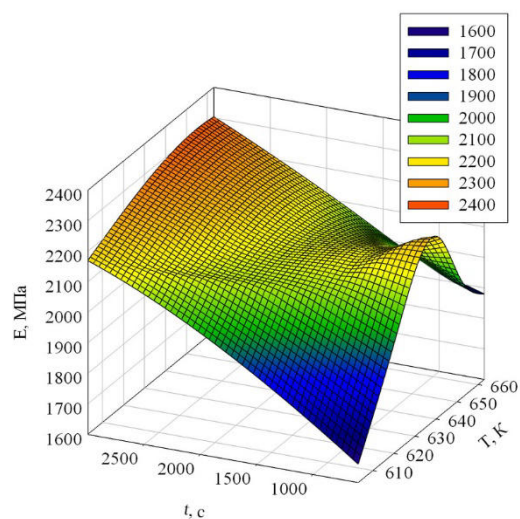


Рисунок 1. Графік залежності E (t, T)

турі 645 К та витримці в 3000 с сягає значень модуля пружності 2300 МПа, що переважає в 1,44 рази зразок виготовлений при температурі 610 К та витримці 600 с та свідчить про оптимальність обраного режиму формування. Ефективність досягнення високих фізико-механічних властивостей підтверджується розрахунком коефіцієнта Пуассона, який зростає від 0,17 до 0,23 для вказаних вище режимів (див. рис. 2), які близькі до значення коефіцієнтів чавуну та вуглецевої сталі (0,23 і 0,24 відповідно).

Характер протікання процесу деформації при випробуваннях на стиснення відповідає жорстко пластичній поведінці матеріалу [2] в координатах «напруження – деформація» (рис. 3).

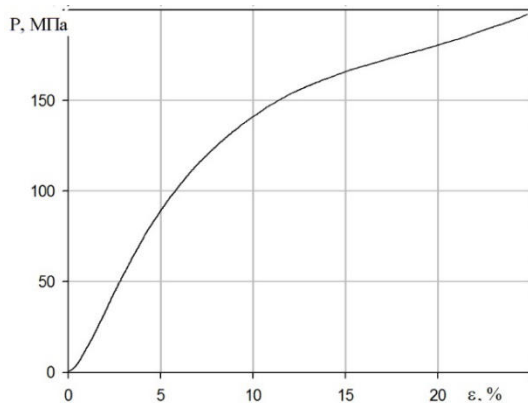
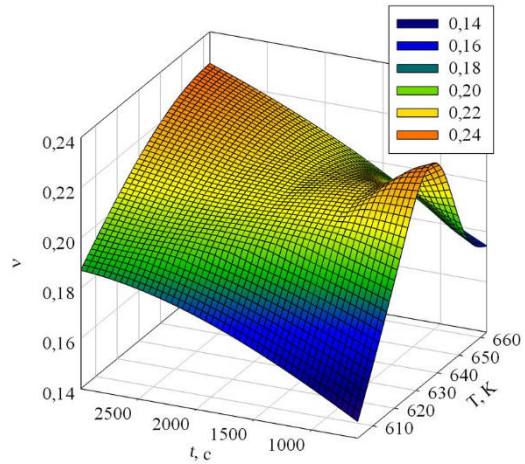


Рисунок 3. Графік залежності напруження від деформації

зразка виготовленого за оптимальним режимом складає $n = 0,12$. Він характеризує здатність матеріалу опиратися приросту деформації та близький до випадку ідеальної пластичної поведінки матеріалу. Слід зазначити, що цей показник наближений до значень конструкційних металів та сплавів – алюмінію ($n = 0,15$), заліза ($n = 0,05 - 0,15$) [4].

Література

1. А.И. Буря, Е.А. Ерёміна, С.В. Калиниченко Влияние технологических параметров переработки на прочность полиимида YS-20 // Композитные материалы, международно научно-технический сборник, – Днепропетровск – 2016, – т. 10, №1. – С. 37-41.
2. Д.В. Ван Кревелен Свойства и химическое строение полимеров / пер. с англ. Ф.Ф. Ходжеванова, ред. А.И. Малкина, – М : Химик, – 1976. – 416 с.
3. Д.Г. Вербіло, А.В. Дроздов. Параболическая стадийность кривых деформирования ОЦК – металлов на сжатие / Металлофиз. Новейшие технол. Институт металлофизики. - 2016, - т.38, № 7. - С. 953-967 / DOI: 10.15407.
4. Р.В. Херцберг Деформация и механика разрушения конструкционных материалов / пер. с англ. А.М. Бернштейна / под ред. М.Л. Бернштейна, С.П. Ефименко – М: Металлургия, – 1989. – 576 с.



Слід відзначити, що від кінця площадки текучості до деформації – ділянки однорідної деформації кривої на стиснення, описується аналітичним виразом Холломона [3]:

$$\sigma = K\varepsilon^n,$$

де σ – істинне напруження; K – коефіцієнт деформаційного зміцнення; ε – істинна пластична деформація; n – показник деформаційного зміцнення.

Той факт, що крива досягає максимальних значень напруження на параболічній ділянці свідчить про зростання опору зі сторони зразка РІ, приросту пластичної деформації, так званого деформаційного зміцнення, який для