

## ДЕФОРМАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІЕФІРУРЕТАНІВ

Фарбові валики деформуються під дією металічних циліндрів і друкарської форми. Враховуючи, що швидкість обертання валиків у сучасних друкарських машинах складає понад 1000 об/хв, необхідно, щоб деформована частина поверхні валика після виходу із зони навантаження практично вмить відновлювалась до початкової величини. Для виконання цієї вимоги необхідно, щоб матеріал оболонки валика мав пружно-еластичні властивості. При цьому умовно-миттєва деформація при розвантаженні повинна повністю зникнути, а пластична деформація повинна бути мінімальною або навіть відсутньою. Тому при виборі матеріалу для еластичної оболонки валика необхідно звернути особливу увагу на його деформаційні властивості, на основі яких можна також скласти уявлення про структуру речовини [1].

В даній роботі деформаційні властивості поліефіруретанового матеріалу досліджувались методом запису повних реологічних (деформаційних) діаграм [2]. Повна реологічна діаграма матеріалу — це серія кривих кінетики розвитку деформації при постійному навантаженні і спаді її при наступному розвантаженні, що записується в координатах «деформація ( $\epsilon$ ) — час ( $\tau$ )» [3]. Ці діаграми одержані на консистометрі Геплера (рис. 1) частково зміненим методом одноосьового стиснення зразків циліндричної форми.

При візуальному відліку цей метод може служити для досліджування процесів релаксації і післядії з періодами, більшими ніж час навантаження і час першого відліку  $\tau$  (близько 1 сек) [4, 5].

Така умова визначає також поняття умовно-миттєвої (початкової) деформації  $\epsilon_0$ , яка розвивається за час  $\tau_0$ . Таким чином, величина  $\epsilon_0$  включає у себе також всі еластичні деформації, що швидко розвиваються.

Із вимірів  $\epsilon=f(\tau)$  при навантаженнях, далеких від граничного, яке відповідає руйнуванню структури, одержують такі інваріантні величини [4—8], які характеризують деформаційні властивості поліефіруретанового еластомеру:

### 1. Умовно-миттєвий (початковий) модуль пружності

$$E_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0},$$

де  $\sigma$  — напруга, кгс/см<sup>2</sup>;

$\epsilon_0$  — умовно-миттєва (початкова) відносна деформація (за час першого візуального відліку).

### 2. Модуль еластичності

$$E_2 = \frac{\sigma}{\epsilon_m - \epsilon_0},$$

де  $(\varepsilon_m - \varepsilon_0)$  — високошвидкісна деформація, яка максимально розвивається в часі.

Цей модуль своєю оберненою величиною характеризує здатність матеріалу до еластичної деформації, яка розвивається в часі і спадає після розвантаження.

3. Рівноважний модуль пружності, розрахований з врахуванням деформації (пружної і високоеластичної)

$$E_\infty = \frac{\sigma}{\varepsilon_m} = \frac{E_1 \cdot E_2}{E_1 + E_2}.$$

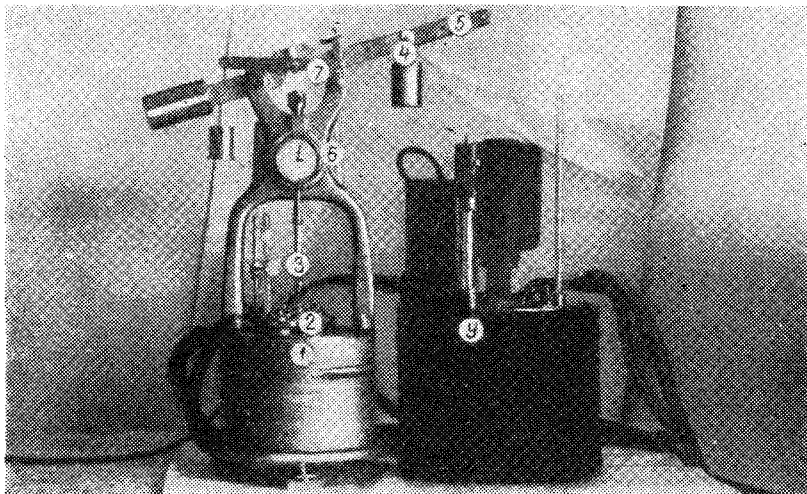


Рис. 1. Консистометр Геплера:

1 — термокамера; 2 — пружина; 3 — стержень; 4 — тягар; 5 — важіль; 6 — індикатор;  
7 — пристрій для зневажування стержня; 8 — ультратермостат.

4. Умовна в'язкість пружного наслідку  $\eta_2$ , яка характеризує своїм оберненим значенням початкову, тобто найбільшу швидкість наростання еластичної деформації

$$\eta_2 = \sigma / \left[ \left( \frac{d\varepsilon}{d\tau} \right)_0 - \left( \frac{d\varepsilon}{d\tau} \right)_{\text{зал}} \right].$$

При відсутності течії, тобто коли діюче навантаження менше ніж границя текучості і кінетика розвитку деформації обмежується однією пружною післядією і досягає верхньої границі  $\varepsilon_m$ , яка зберігається потім постійною (рис. 2)

$$\eta_2 = \sigma / \left( \frac{d\varepsilon}{d\tau} \right)_0 = \sigma / \text{tg} \beta$$

( $\beta$  — кут нахилу початкової частини кривої).  $\eta_2$  характеризує період пружної післядії  $\Theta_2 = \frac{\tau_2}{E_2}$ .

Об'єктами дослідження служили продукти модифікації поліефірів з кінцевими гідроксильними групами, які є органічними поліізоціанатами.

Як лінійні поліефіри використовувались продукти поліконденсації адипінової кислоти з діетиленгліколем (ПЕ). До складу вихідних продуктів розгалужених поліефірів, крім адипінової кислоти і діетиленгліколю, вводили 0,6 моля гліцерину (ПЕГ), 0,4 моля етріолу (ПЕЕ) або пентаеритриту (ПЕП) на 10 молей адипінової кислоти. Всі поліефіри

одержані при співвідношенні карбоксильних і гідроксильних груп 1:1,25. Їх гідроксильні і кислотні числа були відповідно рівні 56—58 і 1,5—1,8 мг КОН/г полієфіру.

З поліізоціанатів використовувались 1,6-гексаметилен, 2,4-толуїлендіізоціанат, їх еквімолекулярна суміш, 4,4'-дифенілметандіізоціанат, а також поліметилєноліфенілізоціанат, в якому міститься близько 90% тримерів з ізоціанатними групами в орто- і пара-положенні.

Прискорення поперечної зшивки зразків полієфіруретану на основі лінійного полієфіру здійснювалось сумішшю ді- і триетаноламінів, взятих в молярному відношенні 1:1.

Ряд зразків пластифікувалось диметил-, дибутил- і діізоамілфталатом.

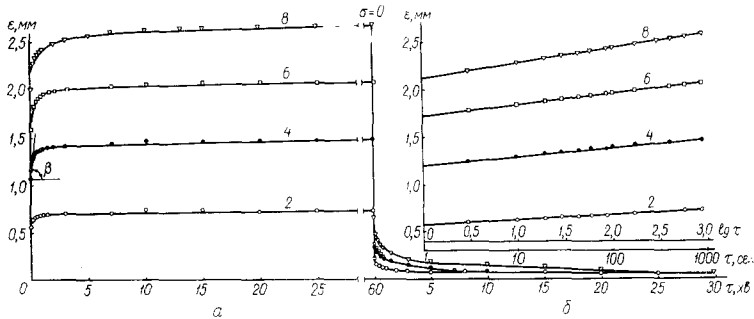


Рис. 2. Повна деформаційна діаграма полієфіруретану.

Цифри на кривих — навантаження в  $кг/см^2$ . Молярне співвідношення ПЕ: толуїлендіізоціанат : суміш етаноламінів = 1 : 1,3 : 0,16.

Досліджувались також деформаційні властивості еластомерів, в яких містяться регеновані відходи полієфіруретану [9, 10].

Зразки полієфіруретанів діаметром 10 мм і висотою 10 мм одержувались у формах способом відливки з наступною вулканізацією при 100°C.

Консистометр Геплера (див. рис. 1), використаний як вимірювальний прилад, дозволяє за допомогою теплоізолюваної камери 1 і ультратермостату У здійснювати випробування при різних температурах. Зразок установлювався в спеціальній пристрій і вміщувався в патрон 2, занурений у рідину термокамери. Під дією стержня 3 і тягача 4, підвішаного на важіль 5, зразок піддавався стиску. Індикатор 6 вимірює величину стиску зразка. Щоб виключити вплив ваги тиснучого стержня (250 г) на величину спаду деформації після розвантаження, до приладу був пристосований пристрій 7, який складається з кронштейна, прикріпленого до станини приладу віссю, навколо якої обертається важіль 5, і до обмежувача останнього. До кронштейна гвинтами прикріплені два підшипники, на які впресовані обідки з канавкою посередині. На стержень, зв'язаний з індикатором, надіте кільце, до якого прив'язана капронова нитка. Другий кінець нитки, яка проходить через канавки підшипників, зв'язаний з противагою.

Вимірювання кінетики деформації стиску проводились протягом однієї години, а вимірювання спаду деформації — 30 хв, оскільки після закінчення вказаного часу наступає рівноважний стан і далі вимірювання виявлялось неможливим.

Дослід проводився при напругах 2—8  $кг/см^2$  і температурах 20—80°C.

## ЗАЛЕЖНІСТЬ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІЕФІРУРЕТАНОВОГО ЕЛАСТОМЕРУ ВІД СКЛАДУ

На рис. 2 зображена типова для всіх вивчених поліефіуретанів повна деформаційна діаграма.

З рисунку видно, що криві  $\varepsilon=f(\tau)$  в координатах  $\varepsilon-\lg\tau$  випрямляються. Це дозволяє способом продовження прямих ліній до осі координат точніше розділити деформацію на умовно-миттєву (при  $\lg\tau=0$ ) і еластичну.

Згідно з рис. 2, б залежність деформації від часу при  $\sigma=\text{const}$  може бути описана рівнянням

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + k \lg \tau, \quad (1)$$

де  $k$  — постійна,

$\tau$  — час, в сек.

Константа  $k$  — це швидкість розвитку еластичної деформації при навантаженнях, що не перевищують критичних (викликаючих течію матеріалу). Вона залежить від природи і кількісного складу матеріалів, які використовуються при синтезі поліефіуретану, а також від прикладеного навантаження.

Величини  $k$  і  $\varepsilon_0$  практично пропорційні навантаженню, та співвідношення  $\frac{k}{\varepsilon_0}$  не залежить від нього.

Позначивши це співвідношення через  $m$ , одержимо

$$m = \frac{k}{\varepsilon_0} \quad \text{та} \quad k = m \varepsilon_0. \quad (2)$$

Підставивши рівняння [2] в [1], одержимо

$$\varepsilon = \varepsilon_0 (1 + m \lg \tau), \quad (3)$$

де константа  $m$  залежить тільки від природи поліефіуретану.

Аналогічна залежність встановлена і для інших матеріалів [11].

Для зразків поліефіуретанів, одержаних при молярному співвідношенні ПЕ : толуїлендіізоціанат : суміш етаноламінів = 1 : 1,3 : 0,16 і ПЕГ : толуїлендіізоціанат = 1 : 0,9,  $m=0,075$ .

Рівняння (3) дозволяє вирахувати еластичну (затриману) деформацію за будь-який період  $\tau$  прикладання навантаження.

За деформаційними кривими  $\varepsilon=f(\tau)$  (див. рис. 2, а) обчислені  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_\infty$ ,  $\eta_1$ ,  $\theta_2$ , а також  $\varepsilon_{\text{зал}}$  (залишкова деформація).

З одержаних даних видно, що деформаційні характеристики поліефіуретану в значній мірі залежать від його складу (рис. 3, табл. 1). Так, із збільшенням вмісту діізоціанату збільшуються  $E_1$ ,  $E_2$  і  $E_\infty$  (рис. 3, а, табл. 1). Це свідчить про збільшення густини молекулярної сітки, оскільки у відповідності з сучасними уявленнями про природу високої еластичної рівноважний модуль є величиною, пропорційною кількості відрізків молекулярних ланцюгів між вузлами в одиниці об'єму ( $E_\infty = \text{const} \cdot N^2$ ) [12].

Слід відмітити, що найбільший ріст  $E_2$  спостерігається при збільшенні надміру діізоціанату від 0,3 моля до 0,5 моля. Дальше збільшення вмісту діізоціанату в зразках, які не вміщують пластифікатора або мало пластифіковані (рис. 3, а, крива 2) в незначній мірі впливає на  $E_2$ .

Зростання  $E_2$  із збільшенням вмісту діізоціанату свідчить про зменшення здатності зразків до високоеластичної деформації із збільшенням густини їх структури.

Як видно з табл. 1, зразок на основі гексаметилендіізоціанату має менші модулі пружності і еластичності, ніж зразок на основі толуїленді-

ізоціанату. Це, очевидно, пояснюється здатністю толуольної групи утворювати додаткові молекулярні зв'язки. Останні викликають збільшення густини упаковки макромолекул, що виявляється в збільшенні жорсткості еластомеру.

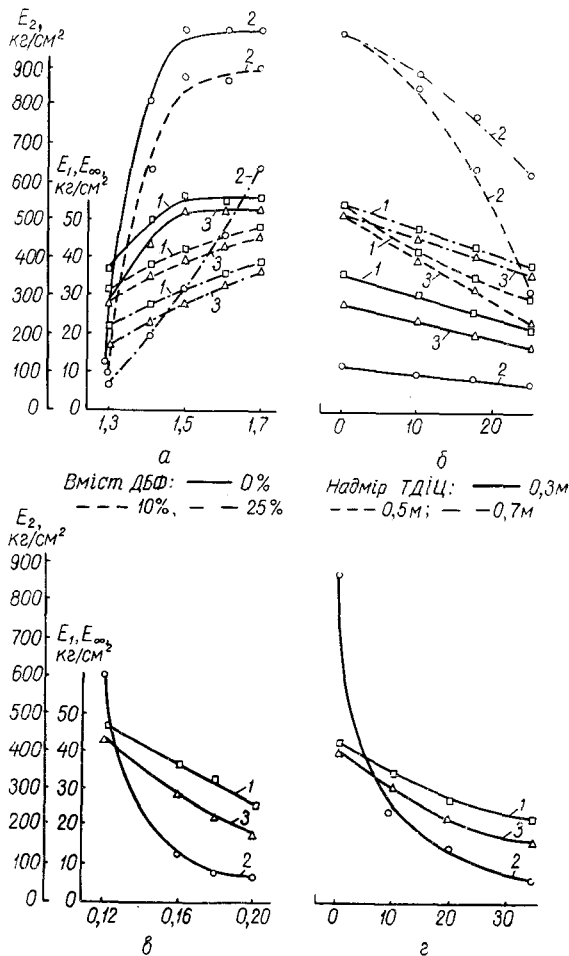


Рис. 3. Залежність деформаційних властивостей від вмісту:

а — толуїлендіізоціанату в молях;  
 б — дибутілфталату в процентах;  
 в — суміші етаноламінів у молях (молярне співвідношення ПЕ : толуїлендіізоціанат — 1 : 1,3); 2 — регенерату в процентах (молярне співвідношення ПЕ : толуїлендіізоціанат : суміші етаноламінів — 1 : 1,15 : 0,27);  $\sigma = 4 \text{ кгс/см}^2$ ;  $t = 20^\circ\text{C}$ .  
 1 —  $E_1$ ; 2 —  $E_2$ ; 3 —  $E_\infty$ .

Таблиця 1

Деформаційні властивості поліефіуретанів на основі різних діізоціанатів при різних навантаженнях і температурі  $20^\circ\text{C}$

Поліізоціанат	$\sigma$ , кгс/см <sup>2</sup>	$E_1$ , кгс/см <sup>2</sup>	$E_2$ , кгс/см <sup>2</sup>	$E_\infty$ , кгс/см <sup>2</sup>	$\epsilon_{\text{зал}}$
2,4-толуїлендіізоціанат	2	37,7	131	29,3	0,007
	4	37,7	121	28,5	0,006
	6	37,5	135	29,4	0,006
	8	36,8	135	28,9	0,005
2,4-толуїлендіізоціанат <sup>1</sup>	2	54,0	—	—	0,003
	4	55,4	1000	52,5	0,003
	6	52,6	1000	50,0	0,005
	8	53,7	1000	51,0	0,006
2,4-толуїлендіізоціанат <sup>2</sup>	2	56,6	—	—	0,002
	4	55,5	1000	52,6	0,003
	6	54,5	1000	51,7	0,003
	8	56,5	1000	53,5	0,003

Полизоціанат	$\sigma$ , кгс/см <sup>2</sup>	$E_1$ , кгс/см <sup>2</sup>	$E_2$ , кгс/см <sup>2</sup>	$E_\infty$ , кгс/см <sup>2</sup>	$\epsilon_{\text{зал}}$
1,6-гексаметилендіізоціанат	2	33,0	97	24,6	0,003
	4	32,0	108	24,7	0,009
	6	30,7	122	24,5	0,014
	8	—	—	—	—
Суміш 2,4-толуїлен- і 1,6-гексаметилендіізоціанат (1:1)	2	37,7	133	29,4	0,007
	4	36,3	108	27,2	0,008
	6	38,7	114	28,9	0,008
	8	38,0	121	28,9	0,006
4,4'-діфенілметандіізоціанат	2	27,7	217	24,6	0,002
	4	27,7	200	23,8	0,006
	6	—	—	—	—
	8	—	—	—	—
Поліметиленполіфенілізоціанат	2	43,2	625	40,4	0,004
	4	42,5	625	39,8	0,003
	6	41,9	612	39,2	0,003
	8	—	—	—	—

Молярне співвідношення полієфір : поліізоціанат : суміш етаноламінів 1:1,3:0,16.

<sup>1</sup> Надмір діізоціанату — 0,5 моля.

<sup>2</sup> Надмір діізоціанату — 0,7 моля.

Збільшення вмісту пластифікатора викликає монотонне зменшення  $E_1$  і  $E_\infty$  та, як слід було чекати, різке зменшення  $E_2$  (рис. 3, б). Отже, чим більше пластифікований еластомер, тим він еластичніший. Та збільшення вмісту дибутилфталату від 0 до 25% викликає збільшення залишкової деформації  $\epsilon_{\text{зал}}$  від 0,5 до 1,6%.

На рис. 3, в зображена залежність  $E_1$ ,  $E_2$  і  $E_\infty$  від вмісту етаноламінів. Як видно з одержаних даних, при зменшенні вмісту етаноламінів збільшується величина вказаних модулів.

Найменше значення  $E_1$ ,  $E_2$  і  $E_\infty$  та найбільшу величину залишкової деформації (2,5% при  $\sigma=6$  кгс/см<sup>2</sup>) при еквівалентному співвідношенні надміру діізоціанату і суміші етаноламінів (0,3 : 0,2) можна пояснити тим, що просторова зшивка здійснюється тільки за рахунок трифункціональних амінів, які є осередками зшивки. При меншій кількості етаноламінів не вступивши в реакцію з ними частина надміру діізоціанату взаємодіє з уретановими групами лінійного полієфірізоціанату і забезпечує додаткову поперечну зшивку ланцюгів.

Регеновані відходи виявляють пластифікуючу дію на полієфіруретанову масу (рис. 3, г). При збільшенні їх вмісту  $E_1$ ,  $E_\infty$  і особливо  $E_2$  зменшуються. Таким чином, введення регенерату не тільки зменшує собівартість полієфіруретану, але й дозволяє регулювати деформаційні характеристики еластомерів. Та при використанні регенерату в кількості, що перебільшує 20% від взятого полієфіру, з'являються більші залишкові деформації (до 2,5% при  $\sigma=6$  кгс/см<sup>2</sup>).

Зменшення модулів пружності і еластичності при збільшенні кількості введених регенованих полієфіруретанових відходів можна пояснити наявністю в них амінів, які утворились при термічній деструкції полієфіруретанів на основі розгалужених полієфірів.

В табл. 2 наведені деформаційні характеристики полієфіруретанів на основі розгалужених полієфірів.

В'язкість пружної післядії досліджених полієфіруретанів мало залежить від навантаження. Для більшості зразків в залежності від складу вона змінювалась в границях  $(0,10-1,0) \times 10^{10}$  г/см · сек. Вирахува-

ний за одержаними характеристиками період еластичної релаксації складає 15—40 сек.

Таблиця 2

**Деформаційні характеристики поліефіуретанів на основі розгалужених поліефірів при навантаженні 4 кгс/см<sup>2</sup> і температурі 20°C**

Шифр поліефіру	Кількість моль толуїлендіізоціанату на моль поліефіру	$E_1$ кгс/см <sup>2</sup>	$E_2$ кгс/см <sup>2</sup>	$E_\infty$ кгс/см <sup>2</sup>	$\epsilon_{\text{зал}}$	$\tau_{90}$ г/см · сек × 10 <sup>10</sup>	$\theta_2$ сек
ПЕГ	0,7	7,0	11,9	4,4	0,083	0,07	58
ПЕГ	0,8	19,3	65,5	14,8	0,024	0,13	19
ПЕГ	1,05	—	—	44,3	0,006	1,16	36
ПЕЕ	1,3	58,8	688	52,6	0,008	2,40	—
ПЕП	0,9	18,4	85	15,0	0,015	0,14	18
ПЕП	1,2	43,0	826	41,0	0,006	4,17	52

Досліди показали, що вивчені поліефіуретани при навантаженнях 2—8 кгс/см<sup>2</sup> відповідають закону Гука. Так, дані табл. 1 свідчать про незалежність модулів  $E_1$ ,  $E_2$  і  $E_\infty$  від навантажень. Отже, наведені деформаційні характеристики, визнані інваріантними для структурованих дисперсних систем [4—7], є інваріантними і для еластомерів.

**ЗАЛЕЖНІСТЬ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІЕФІУРЕТАНОВОГО ЕЛАСТОМЕРУ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ**

Фарбові валики в процесі роботи розігріваються до температури 40—50°C, а часом і до 80°C. З другого боку, відомо, що кінетична теорія високої еластичності пов'язує деформацію із зміною внутрішньої енергії і ентропії [13], які в свою чергу є функціями температури. Тому необхідно було виявити залежність деформаційних характеристик матеріалу еластичної оболонки валиків від температури.

Результати спостережень показали, що  $E_1$  і  $E_\infty$  всіх вивчених зразків мало змінюються в досліджуваному температурному інтервалі, причому  $E_\infty$  зростає лінійно із збільшенням температури. В значній мірі з температурою зростає  $E_2$ .

На рис. 4 зображена температурна залежність деформаційних властивостей поліефіуретанових еластомерів на основі різних діізоціанатів. Найвищі модулі мають зразки з надміром діізоціанату (рис. 4, криві 2, 3 і 7). Величини модулів  $E_1$ ,  $E_2$  і  $E_\infty$  зразків на основі 2,4-толуїлен, 1,6-гексаметилендіізоціанату та їх еквімолекулярної суміші близькі за своїми значеннями у всьому досліджуваному інтервалі.

Мало відрізняються деформаційні характеристики поліефіуретанів, пластифікованих диметилдибутил- і діізоамілфталатом.

Хід кривих  $E=f(\tau)$  зразків з різним вмістом дибутилфталату (рис. 5), етаноламінів і регенерату майже однаковий.

Різке збільшення  $E_2$ , яке досягло 400—500% при підвищенні температури від 20 до 80°C, можна пояснити так. Умовно-миттєва деформація  $\epsilon_0$ , яка визначається за першим візуальним відліком ( $\sim 1$  сек), включає еластичні деформації, тобто деформації, які поступово розвиваються, періоди релаксації яких не перевищують однієї секунди. Ця деформація істотно відрізняється від звичайної еластичної  $\epsilon_m - \epsilon_0$ , період релаксації якої на три порядки вищий (близько однієї години). При збільшенні температури релаксаційні процеси прискорюються

і доля еластичних деформацій з періодами релаксації до 1 сек збільшується. Це визиває зменшення різниці  $\varepsilon_m - \varepsilon_0$  і, отже, збільшення  $E_2$ .

Спостерігається також зріст рівноважного модуля  $E_\infty$  з температурою, але в значно меншій мірі (0—20%). Це явище цілком узгоджується з кінетичною теорією високої еластичності [13, 14], відповідно якій рівноважна напруга при постійній деформації зростає з температурою.

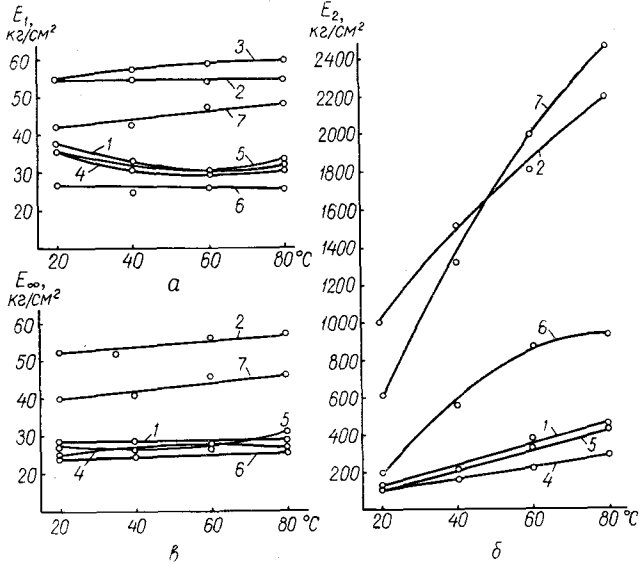


Рис. 4. Температурна залежність деформаційних характеристик полієфіуретанових еластомерів на основі різних поліізоціанатів.

1, 2, 3 — 2,4-толуїлендіізоціанат; 4 — 1,6-гексаметилендіізоціанат; 5 — суміш толуїлен- і гексаметилендіізоціанатів (1 : 1); 6 — 4,4'-дифенілметандіізоціанат; 7 — подиметиленполіфенілдіізоціанат;  $\sigma = 4 \text{ кгс/см}^2$ .

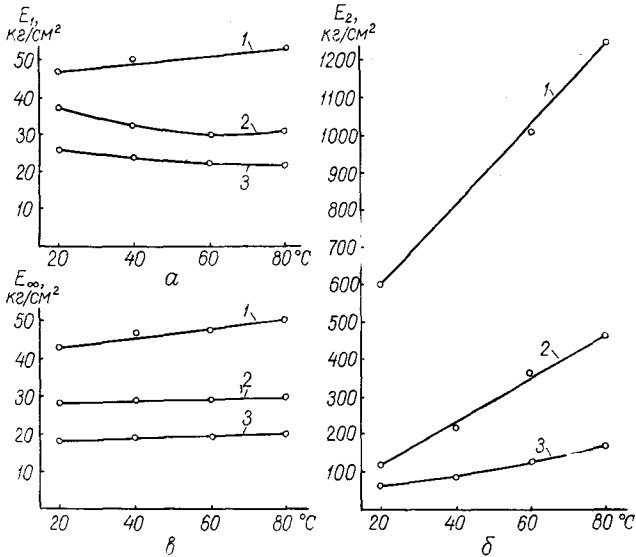


Рис. 5. Температурна залежність деформаційних характеристик полієфіуретанових еластомерів з різним вмістом дибутілфталату.

1 — без пластифікатора; 2 — 10% і 3 — 25% дибутілфталату. Молярне співвідношення ПЕ : толуїлендіізоціанат : суміш етаноламінів — 1 : 1,3 : 0,16;  $\sigma = 4 \text{ кгс/см}^2$ .



На основі одержаних результатів можна зробити такі висновки:

1. При збільшенні надміру діізоціанату від 0,3 до 0,7 моля різко зростає  $E_1$ ,  $E_2$  і  $E_\infty$  пластифікованих зразків. Для неластифікованих зразків такий зріст деформаційних характеристик спостерігається в інтервалі 0,3—0,5 моля діізоціанату. Дальше збільшення вмісту діізоціанату мало впливає на деформаційні властивості поліетеруретанів.

2. Пластифікація зразків, введення регенерату, а також збільшення вмісту етаноламінів визиває значне зменшення вивчених модулів.

Подібно, але менш виражено впливає заміна толуїлендіізоціанату гексаметилендіізоціанатом.

3. Розгалужені поліетери для одержання еластомерів з однаковими модулями вимагають меншу кількість діізоціанату, ніж лінійні.

4. Для більшості зразків  $\eta_2$  і  $\theta_2$  змінюються відповідно в границях  $(0,1-1,0) \times 10^{10}$  г/см · сек і 15—40 сек.

5. Встановлено, що для всіх вивчених зразків поліетеруретанів із збільшенням температури від 20 до 80°C лінійно зростає рівноважний модуль пружності  $E_\infty$ , причому максимальне збільшення не перевищує 20% його величини при 20°C.

6. Модуль еластичності поліетеруретану зростає з температурою. Найбільший зріст (до 500%) спостерігається в густіше зшитих зразках.

7. Умовно-миттєвий модуль пружності  $E_1$  всіх вивчених зразків незначно змінюється з температурою. При цьому строгої залежності (збільшення чи зменшення) не спостерігається.

8. Для високого друку належить рекомендувати валики, еластична оболонка яких виготовлена з низькомодульних поліетеруретанових еластомерів ( $E_\infty < 30$  кгс/см<sup>2</sup>). Поліетеруретани з більшим модулем придатні для одержання офсетних валиків.

9. Враховуючи, що збільшення надміру діізоціанату від 0,5 до 0,7 моля не визиває істотної зміни деформаційних властивостей еластомеру, при складанні рецептури з приміненням лінійних поліетерів не треба брати надміру діізоціанату більш ніж 0,4—0,45 моля.

10. Одержано рівняння пружної післядії для поліетеруретанового еластомеру.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Г. М. Барте́нев, Л. А. Вишницкая. ЖТФ, 20, № 7, 858, 1949.
2. М. П. Вола́рович, Н. И. Малинин. Коллоидн. журн. 20, № 3, 311, 1958.
3. Т. Я. Гораздовский. Торф. пром., № 8, 11, 1949.
4. П. А. Ребиндер, Е. Е. Сегалова. ДАН СССР, 71, № 1, 85, 1950.
5. П. А. Ребиндер. Тр. ин-та физ. химии АН СССР, № 1, 5, 1950.
6. П. А. Ребиндер, Н. В. Михайлов. Коллоидн. журн. 17, № 2, 107, 1955.
7. Л. А. Абдуралимов, П. А. Ребиндер, Н. Н. Серб-Сербина. Коллоидн. журн. 17, № 3, 184, 1955.
8. И. Ф. Канавец, Л. Г. Баталова. Пластич. массы, № 2, 64, 1960.
9. В. М. Шиманский, А. Ф. Гаевский, С. И. Школьник. «Полиграф. производство», № 4, 39, 1963.
10. Советское авторское свидетельство, № 159 028.
11. П. А. Ребиндер. Юбилейный сборник, посвященный 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции, 1, 533, 1947.
12. Г. М. Барте́нев. ЖТФ, 22, № 7, 1154, 1952.
13. Л. Трелоар. Физика упругости каучука. ИЛ. М., 1953.
14. Г. М. Барте́нев. ЖТФ, 20, № 4, 461, 1960.

S. I. SHKOLNIK, V. M. SHYMANSKII, N. N. SLAVINSKA

#### DEFORMATION PROPERTIES OF POLYETHERURETANES

#### Summary

The results of the investigation of polyetherurethane elastomers deformation properties depending on the elastomer composition and temperature are adduced. On the basis of the carried out investigation, low modulus polyetheruretanenes (equilibrium modulus  $E_\infty < 30$  kg/cm<sup>2</sup>) as the material for letterpress machines ink rollers are advised. Polyetheruretanenes with higher modulus value may be used for manufacturing of the offset ink rollers. The equation of elastic aftereffect for polyesterurethane elastomer is obtained.