

**ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ОБЛИЦЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДРУКАРСЬКИХ ВАЛІВ
ГЛИБОКОГО ДРУКУ В ДИНАМІЧНИХ УМОВАХ**

Найбільш важливими вимогами, що ставляться до облицювальних матеріалів друкарських валів рулонних машин глибокого друку, є забезпечення достатньої (у межах до 80...100° С) теплостійкості та стабільних пружно-еластичних деформаційних властивостей у межах інтервалу робочих температур, хімічна стійкість до компонентів друкарської фарби та змиваючих речовин, достатні тепло- й електропровідність, які б забезпечували відвід тепла й електростатичних зарядів, наявність переважаючої частки пружних деформацій і всемірне зменшення частки еластичної деформації, необхідна твердість залежно від задрукованого матеріалу.

Досвід експлуатації рулонних машин глибокого друку «Platmag», «Andreotti», «Rotomatig», «Besdorf» та інших свідчить, що облицювання друкарських валів, яке виконується в основному на вітчизняних підприємствах хімічної промисловості, не повністю відповідає вказаним вимогам.

Умови роботи облицювальних матеріалів друкарських валів погіршуються ще й тим, що в зоні друкарського контакту їх деформація неоднакова внаслідок податливості друкарського пресу.

Оцінка якості облицювання друкарських валів на заводах-виготовлювачах і в друкарнях здійснюється стандартизованими методами [3, 5], розробленими на підставі фундаментальних досліджень властивостей полімерних матеріалів [1, 4]. Проте вони не враховують специфічних особливостей режиму роботи облицювання друкарського вала. У зв'язку з цим бажано встановити такий комплекс показників, який зміг би дати більш повну інформацію про фізико-механічні властивості матеріалів у динамічних умовах, всебічно наближених до умов їх експлуатації у друкарських машинах.

Отже, дослідження характеристик облицювальних матеріалів і їх значущість в умовах, близьких до експлуатаційних, синтез нових, більш ефективних полімерних облицювок, мають велике практичне значення.

Важливими характеристиками полімерних матеріалів у динамічних умовах є модуль E (кгс/см²), показник механічних втрат

L (кгс/см) і еластичність R (%). При цьому E характеризує пружні, а L — гістерезисні властивості, що визначають стабільність деформації при високоциклічному навантаженні.

Аналіз стану сучасної техніки для визначення згаданих показників полімерних матеріалів показує, що вдалою є ротаційна установка для вимірювання механічних втрат (РУВМВ) [9], яку випускає англійська фірма «Данлоп» (рис. 1). Вона забезпечує одержання згаданих характеристик у широкому температурному діапазоні в умовах, найбільш наближених до реальних.

РУВМВ складається з ведучого жорсткого циліндра 4 і веденого ролика 3, який приводиться в рух за рахунок сил тертя. Циліндр 4 діаметром 100 мм закріплений безпосередньо на валу електродвигуна, швидкість обертання якого 350 об/хв. Ролик 3 — це металевий сердечник, який облицьовується відповідним полімером, що і є предметом дослідження (діаметр ролика 100 мм, ширина 19 мм, товщина облицювання 19 мм). За допомогою спеціальної рами 2 ролик 3 протискається до циліндра 4. Зна-

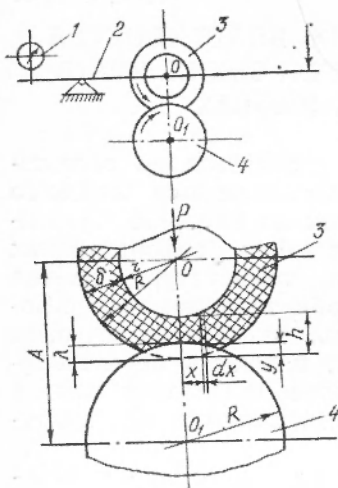


Рис. 1. Схема контакту роликів в ротаційній установці для вимірювання механічних втрат.

чення радіального навантаження P регулюють у межах від 10 до 45 кгс. Абсолютну деформацію облицювання λ ролика 3 вимірюють індикатором 1 з точністю до 0,01 мм. Механічні втрати L вимірюють в межах від 0 до 10 кгс·дюйм шляхом заміру реактивного моменту на статорі електродвигуна. Для досліджень при заданих температурах призначена напівкругла відкидна камера з нагрівачем, яка може опускатися над досліджуванним зразком. Температура всередині облицювання T_1 вимірюється термопарою ХК.

Таким чином, на РУВМВ безпосередньо вимірюють λ (мм), T_1 (°С) і L (кгс·дюйм), а E (кгс/см²) і R (%) визначають за формулами [9]

$$E = \frac{P \cdot \delta^{1-n}}{\Phi \cdot B \cdot \sqrt{R_g} \cdot \lambda^{2/3-n} \cdot K^n}, \quad (1)$$

$$\sqrt{R} = -\frac{L}{2W} + \sqrt{1 + \left(\frac{L}{2W}\right)^2}, \quad (2)$$

де P — радіальне навантаження, кгс; δ — товщина облицювання зразка, см; B — ширина зразка, см; R_g — зовнішній радіус зразка, см; λ — абсолютна деформація зразка, см; n — величина, яка характеризує нелінійну залежність між P і λ ; Φ — фактор форми;

K^n і C_n — коефіцієнти, що враховують характер нелінійності; W — робота, яка витрачається на стиснення зразка за один оберт і підраховують її за формулою $W = C_n \cdot P \cdot \sqrt{\lambda}$. Значення K^n і C_n наведені нижче [9]:

n	0	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75	0,8
K^n	1,333	1,372	1,416	1,440	1,464	1,510	1,570	1,636	1,714	1,75	1,792
C_n	0,165	0,186	0,172	0,174	0,176	0,181	0,186	0,192	0,197	0,201	0,204

Для дослідження виготовлено 27 зразків-роликів із дев'яти видів матеріалів. Зразки 1—3 виготовлені в Дніпропетровському хіміко-технологічному інституті (ДХТІ) з гуми на основі синтетичного каучуку СКН-26М (зразок 1 із суміші Р-07 і твердістю готового зразка 98 одиниць за Шором; зразок 2 із Р-08 і — 93 одиниці; зразок 3 із Р-09 і — 76 одиниць). Зразки 5—7 виготовлені в Дніпропетровському філіалі науково-дослідного інституту шинної промисловості (ДНДІШП) з гуми на основі натурального каучуку (зразок 5 із суміші Р-022, твердістю готового зразка 90 одиниць за Шором; зразок 6 із КР-477 — 72 одиниці; зразок 7 із Р-024 — 71 одиниця). Всі названі зразки з гуми виготовлені методом вулканізації, причому зразок 6, виготовлений з гумової суміші КР-477 за рецептом і режимом, використовується на Курському заводі гумово-технічних виробів для облицювання друкарських валів глибокого друку.

Зразки 4 (твердістю 95 одиниць за Шором) і 9 (твердістю 75 одиниць) виготовлені в Українському науково-дослідному інституті поліграфічної промисловості (УНДІПП) з полієфіуретанів на основі П-2200 і П-1, а зразок 8 (твердістю 84 одиниці) — в Інституті хімії високомолекулярних сполук АН УРСР (ІХВС).

Результати досліджень зображені у вигляді графіків на рис. 2. Виявлено, що з підвищенням температури навколишнього середовища T до $100 \dots 120^\circ \text{C}$ E , L і R майже не змінюються (рис. 2,а). При T вище $100 \dots 120^\circ \text{C}$ E , L і R змінюються неоднаково. Зміну E можна пояснити тим, що гуми на основі натурального каучуку мають меншу хімічну стійкість і швидше старіють порівняно з гумами на основі синтетичного каучуку [2, 3, 5]. Зменшення L можна пояснити тим, що при підвищенні T знижується внутрішня в'язкість у матеріалі облицювання і полегшується перегрупування молекулярних ланцюгів [1, 3, 4]. Найменші L мають зразки на основі СКН-26М (зразки 1, 2) і ПЕУ-1 (зразок 4), а найбільші — зразок 6 із гуми КР-477 на основі натурального каучуку, яка використовується зараз для облицювання друкарських валів глибокого друку.

Залежність E і R від P нелінійна, а L — лінійна для зразків 3, 4, 6 і для інших близька до лінійної (рис. 2,б). Найбільший показник R , характерний для гум на основі СКН-26М (зразки 1, 2) і ПЕУ (зразки 4 і 8) і найменший — для гум на основі натурального каучуку (зразок 6) і ПЕУ (зразок 9). Мінімальні значення L мають зразки на основі СКН-26М (зразки 1—3), ПЕУ

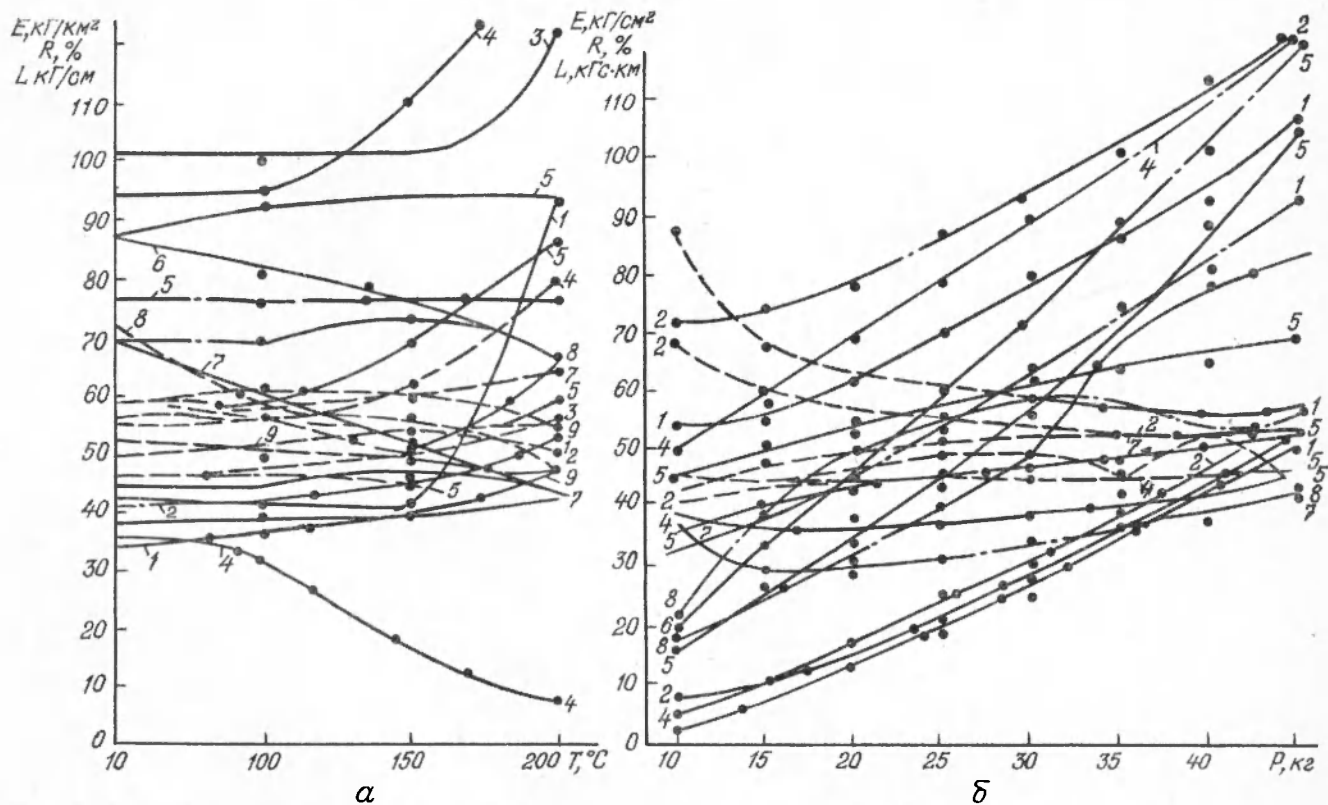


Рис. 2. Залежність динамічного модуля E (криві ———), еластичності R (криві - - - -) і механічних втрат L (криві — · — ·) від: a — температури навколишнього середовища T при постійному радіальному навантаженні $P=35$ кгс; b — прикладеного радіального навантаження.

(зразок 4) і максимальні — зразки 5, 6 (для зразка 1 при $P=10$ кгс, $L=2,54$ кгс/см, а при $P=45$ кгс, $L=50,8$ кгс/см, для зразка 6, відповідно, 20,3 і 119,4 кгс/см).

Серед немеханічних факторів, що впливають на властивості еластомерів, слід відзначити дію тепла [8]. Воно викликає зворотні зміни структури та властивостей, які тісно зв'язані з підвищенням теплової енергії. Разом з тим, тривала дія тепла може призвести до необоротних змін, особливо в хімічно активному середовищі

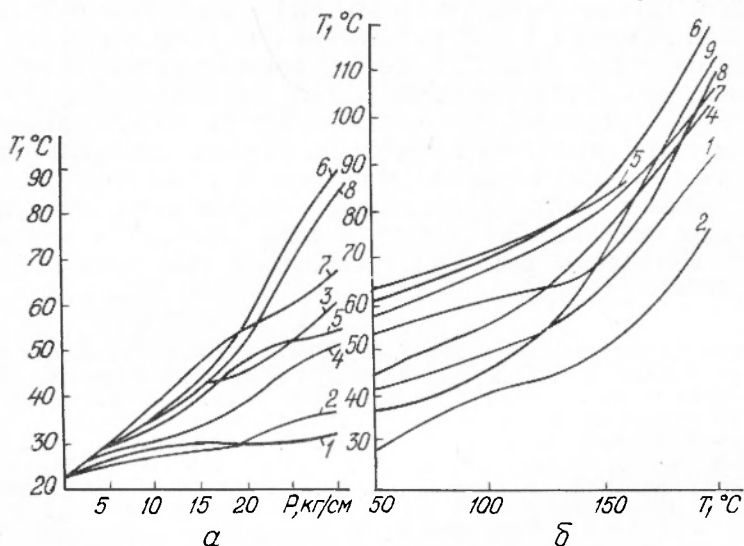


Рис. 3. Залежність температури всередині облицювання T_1 від: а — радіального навантаження; б — температури навколишнього середовища T при $P=35$ кгс=const.

[1—4, 7], що наявне при експлуатації облицювання друкарських валів глибокого друку [8]. У зв'язку з тим, що температура є одним із важливих показників, які впливають на механічні властивості еластомерів при динамічному навантаженні, та на основі результатів експериментальних вимірювань температури поверхонь облицювань друкарських валів однофарбових двосторонніх рулонних машин глибокого друку фірми «Platag» [8] проведені на РУВМВ дослідження теплоутворення всередині облицювань зразків 1—9. Їх результати показані на рис. 3. Дослідження проводили як при постійній температурі навколишнього середовища ($T=121^\circ\text{C}$, а P збільшували від 0 до 45 кгс) (рис. 3,а), так і при змінній ($T=50 \dots 200^\circ\text{C}$, а $P=35$ кгс=const) (рис. 3,б).

Виявлено, що при підвищенні P температура всередині облицювання T_1 змінюється мало для гум на основі СКН-26М (зразки 1, 2) і ПЕУ (зразки 4 і 9), а для гум на основі натурального каучуку (зразки 6 і 7) значно підвищується. Наприклад, для зразка 1 при $P=10$ кгс, $T_1=29^\circ\text{C}$, а при $P=45$ кгс, $T_1=30^\circ\text{C}$ для зразка 6 відповідно 29 і 68°C .

Виявлено також, що при підвищенні T від 50 до 200°С, $P = 35 \text{ кгс} = \text{const}$ (рис. 3,б) T_1 зростає, при цьому для зразків 1, 2 менше, а для 6—8 більше. Наприклад, для зразка 1 при $T = 50^\circ\text{C}$, $T_1 = 42^\circ\text{C}$, а при $T = 200^\circ\text{C}$ $T_1 = 94^\circ\text{C}$, для зразка 6 відповідно 61 і 138°С.

Таким чином, найкращими властивостями з точки зору зменшення теплоутворення і збільшення теплопровідності володіють зразки, виготовлені з гуми на основі синтетичного каучуку СКН-26М (зразки 1—3), які мають порівняно з іншими зразками найбільші значення E і R та найменші L . Наприклад, зразок 1 із гуми на основі СКН-26М при радіальному навантаженні $P = 45 \text{ кгс}$ має менші механічні втрати на 68,6 кгс/см і меншу температуру всередині його облицювання на 38°С порівняно зі зразком 6 із гуми КР-477. Необхідно сказати, що гумові зразки на основі СКН-26М порівняно зі зразком 6 у два-три рази кращі щодо стійкості проти спрацювання, а за хімічною стійкістю до органічних розчинників (ацетон, бензин, толуол) переважають його у п'ять-шість раз. Вони теплостійкі при температурі до 80... 120°С.

Список літератури: 1. *Апхтина Н. П.* Синтез и свойства уретановых эластомеров. — Л.: Химия, 1976. 2. *Зув Ю. С.* Новые методы определения механических свойств резин. — Каучук и резина, 1976, № 11. 3. Лабораторный практикум по технологии резины. Основные свойства резин и методы их определения. — М.: Химия, 1976. 4. *Липатов Ю. С.* Новые методы исследования полимеров. — К.: Наукова думка, 1975. 5. Резина. Методы испытаний. — М.: Стандартгиз, 1968. 6. *Смирнова Н. А., Смушкович Б. Л.* Современное состояние испытательной техники для исследования резиновых смесей и вулканизатов. — М., 1969. 7. *Трубяков Ю. И.* Исследование температурной релаксации деформации уретановых эластомеров оптико-механическим методом и методом инфракрасной спектроскопии. — Механика полимеров, 1975, № 3. 8. *Ярема С. М.* Деякі питання експлуатації друкарських валів глибокого друку. — Поліграфія і видавнича справа, 1977, № 13. 9. *Bulgin D., Hubbard G.* Rotary Power Loss Machine. — Trans., IRI, vol. 34, 1958, No. 5.

Presented are the results of study of printing rollers covering materials physical and mechanical properties used in intaglio printing under dynamic conditions approximated to the dynamics of the printing contact.

Стаття надійшла в редколегію 11 травня 1979 року