

УДК 655.224.6:655.354

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ  
ПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ  
ОБЛИЧКУВАННЯ ТАМПОННОГО ЦИЛІНДРУ  
РОТАЦІЙНОГО ТАМПОДРУКАРСЬКОГО АПАРАТУ**

© М. Б. Страшніков, С. Л. Панов, к.т.н., доцент,  
О. М. Віхоть, НТУУ «КПІ», Україна

**Рассматриваются характеристики упруго-вязких свойств силиконовой резины в качестве эластичной оболочки тампонного цилиндра ротационных тампопечатных машин.**

**Describe an elastic properties of tampon cylinder of rotary pad printing mashine.**

**Постановка проблеми**

Пружно-еластичні властивості еластичного обличкування тампонного циліндру є одним із головних факторів, що впливають на величину тиску у зоні друкарського контакту між виробом, що задруковується, і тампонним циліндром. Визначення пружно-еластичних властивостей еластичного обличкування тампонного циліндру дозволяє визначити мінімально необхідну величину технологічного тиску у парі тампонний циліндр-виріб для якісного фарбопереносу зображення з поверхні тампонного циліндру на виріб та межі тиску для задрукування певних груп крихких виробів.

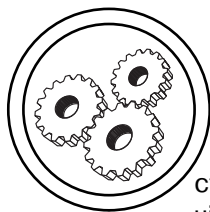
**Аналіз попередніх досліджень**

Еластичне обличкування тампонного циліндру ротацийного тамподрукарського апарату призначене для перенесення фарби на поверхню будь-якої форми і на крихкі вироби. Це досягається завдяки в'язкопружним влас-

твостям еластичного обличкування, коли завдяки невеликим зусиллям тиску між тампонним циліндром і виробом, що задруковується, еластичний матеріал тампонного циліндру щільно огортає нерівну поверхню виробу, забезпечуючи високий коефіцієнт фарбопереносу [1].

Еластичний прошарок тампонного циліндру виготовляють із силікону, вальц-маси або поліуритану. Кожний з цих матеріалів має здатність до значних деформацій при невеликих значеннях тиску між тампонним циліндром і виробом, що задруковується. Іншою характерною особливістю цих матеріалів є здатність майже не змінювати свого об'єму при великих значеннях деформації матеріалу.

Незалежно від матеріалу обличкування тампонного циліндру відносять до в'язкопружних матеріалів, що здатні змінювати свої пружні властивості із плином часу. Для цих матеріалів характерні зміна напружень при постійних деформаціях (релаксація) і зміна деформації при по-



## МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

стійних напруженнях (повзучість). Властивості силіконових матеріалів досліджуються різними методами у багатьох галузях народного господарства [2]. Однак їх загальним недоліком є складність математичного апарату і громіздкість при вирішенні задачі проектування ротаційних друкарських апаратів.

Тому для спрощення методики проектування ротаційних друкарських апаратів було застосовано припущення, що через малу тривалість друкарського контакту (декілька секунд) на пружно-в'язкі властивості еластичного обличкування тампонного циліндру фактор часу не впливає. З іншого боку, оскільки залежність між тиском у зоні друкарського контакту і величиною деформації не підкоряється лінійному закону, то була запропонована формула для визначення напружень у зоні друкарського контакту ротаційних друкарських апаратів із врахуванням пружно-в'язких властивостей еластичного прошарку тампонного циліндру [3]:

$$\sigma = E_y \varepsilon^n, \quad (1)$$

де  $E_y$  — умовна модель пружності;  $\varepsilon$  — величина відносної деформації еластичного обличкування тампонного циліндру;  $n$  — показник степені.

Величини  $E_y, n$  є сталими коефіцієнтами, що визначаються експериментально. Особливістю цього методу дослідження властивостей еластичного обличкування тампонного циліндру є те, що вищезгадані коефіцієнти не є універсальними для будь-якої групи матеріалів.

Їх значення суттєво коливаються від виду, структури і товщини матеріалу. Тому для успішного застосування цієї методики потрібно експериментально визначити коефіцієнти  $E_y, n$  для кожного зразка матеріалу еластичного обличкування тампонного циліндру з певною товщиною і твердістю. Аналіз літературних джерел [3] показав, що дані про визначення коефіцієнтів  $E_y, n$  для еластичного обличкування тампонного циліндру, виготовленого їх силіконової гуми, відсутні.

### Мета роботи

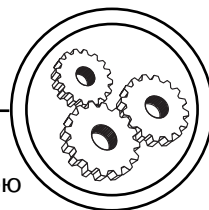
Метою роботи є визначення сталих коефіцієнтів  $E_y, n$ , що описують властивості силіконового еластичного обличкування тампонного циліндру ротаційного тамподрукарського апарату.

### Результати проведених досліджень

У ротаційних друкарських апаратах тампонного друку у якості матеріалу еластичного обличкування тампонного циліндру використовується силіконова гума різної твердості від 20 до 50 од. за Шором, залежно від виду виробу і матеріалу, з якого він виготовлений. Зокрема силіконова гума має стабільні механічні властивості, є високоеластичним матеріалом, що має високу ступінь фарбоперенесення [1].

Тому для дослідження пружно-в'язких властивостей силіконові гуми обрані зразки у вигляді паралелепіпеда з різними величинами твердості, довжини, ширини і висоти. Перший

## МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ



зразок має ширину, довжину і висоту — 50 мм і твердість — 10 одиниць за Шором; другий — ширину — 18 мм, довжину — 50 мм, висоту — 20 мм і твердість — 40 одиниць за Шором і третій — ширину і довжину — 50 мм, висоту — 23 мм і твердість — 52 одиниці за Шором (табл.). Геометричні розміри зразків обрані згідно каталогу ротаційних тампонів фірми Tamproprint (Німеччина), де розміри тампонного обличкування відповідають розмірами досліджуваних зразків.

Кожний із зразків навантажувався круглим штифтом діаметром 30 мм. Штифт даного діаметру було обрано через те, що, по-перше, за даними попередніх досліджень [3] за допомогою навантаження еластичних матеріалів штифтом такого діаметру отримуються найбільш вірогідні характеристики еластичних матеріалів, що застосовуються у ротаційних друкарських апаратах; по-друге, штифт діаметром 30 мм імітує форму пластикової кришечки, що задруковується за допомогою друкарських машин ротаційного тамподруку.

Величина абсолютної деформації зразка силіконової гу-

ми вимірювалась за допомогою індикатора годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм. Величина зусиль при навантаженні зразка силіконової гуми вимірювалась за допомогою динамометра стиснення ДОСМ-3-1 класу 3. Під час вимірювань вага самого динамометра та круглого штифта враховувалась.

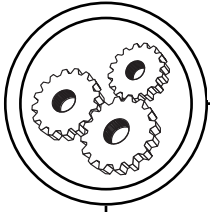
Для визначення сталих коефіцієнтів  $E_y$ ,  $n$  здійснювали чотири вимірювання абсолютної деформації за різних зусиль в різних точках досліджуваного матеріалу. За результатами двох вимірювань деформацій досліджуваного матеріалу обраховують величину показника ступені  $n$  і умовного модуля пружності  $E_y$  [3]:

$$n = \frac{\lg \frac{\sigma_2}{\sigma_1}}{\lg \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}, \quad E_y = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1^n}. \quad (2)$$

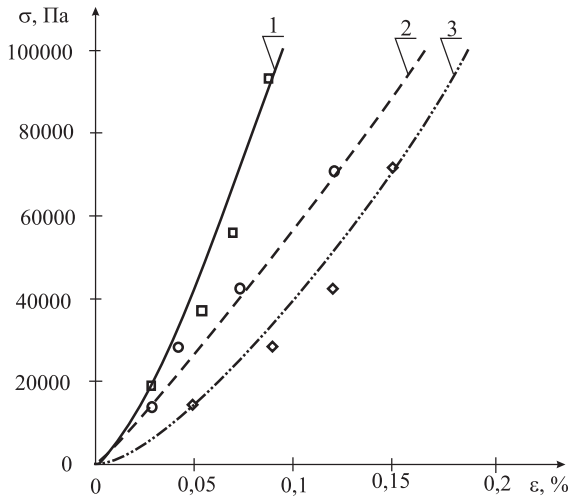
Для побудови графіків залежності зусиль від ступеню відносної деформації досліджуваного зразка силіконової гуми використовували значення відносних деформацій, отриманих при найбільшому і найменшому навантаженні цього зразка.

Деформаційні характеристики досліджуваних зразків силіконової гуми

| Номер досліджуваного зразка | Розміри досліджуваного зразка, Ш×Д×В, мм | Твердість матеріалу зразка, од. за Шором | Умовний модель пружності $E_y$ , МПа | Показник ступеню, $n$ |
|-----------------------------|--|--|--------------------------------------|-----------------------|
| 1                           | 50×50×50                                 | 10                                       | 1,139                                | 1,47                  |
| 2                           | 18×50×20                                 | 40                                       | 2,982                                | 1,44                  |
| 3                           | 50×50×23                                 | 52                                       | 0,747                                | 1,12                  |



## МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ



Графіки залежності зусиль від відносної деформації зразків еластичного обличкування тампонного циліндру різної твердості (од. за Шором): 1 — 40, 2 — 52, 3 — 10

Отримані результати експериментальних досліджень і розрахунків за формулою (2) у наведені в таблиці, а в графічному виді зображено на рис.

Отримані графіки залежності зусиль у товщі зразків досліджуваного силіконового матеріалу свідчать про те, що методика [3] визначення деформаційних зусиль еластичного обличкування тампонного циліндру ротативного тамподрукарського апарату придатна у першому наближенні і для силіконових матеріалів, не дивлячись суттєву відмінність між пружно-в'язкими властивостями раніше досліджуваних еластичних матеріалів і силіконової гуми.

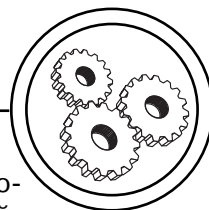
Аналіз кривих залежності напружень від відносної деформації досліджуваних зразків силіконової гуми показує, що залежність має нелінійно зростаючий характер. А невелика різниця

між розрахованими і експериментально визначеними значеннями напружень при одному значенні відносної деформації зразка силіконової гуми дозволяє застосовувати отримані значення пружно-в'язких характеристик: умовного модуля пружності і показника степені у подальшій розробці методики проектування ротативних тамподрукарських апаратів.

### Висновки

Проведені експериментальні дослідження в'язко-пружних властивостей зразків силіконової гуми, як матеріалу еластичного обличкування ротативного тамподрукарського апарату дали можливість отримати вперше значення пружно-в'язких характеристик силіконової гуми за відомою методикою [3] дослідження пружно-в'язких характеристик еластичних матеріалів

## МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ



ротаційних друкарських апаратів. Отримані значення пружно-в'язких характеристик силової гуми можна використовувати при проектуванні ротаційних тамподрукарських апаратів.

1. Мудрак Е. Тамподрук / Е. Мудрак, Р. Рибка, Л. Рудник, Б. Сорокін; під ред. Лазаренка Е. — Л. : УАД, 2004. — 64 с. 2. Ярема С. М. Механіка контактної взаємодії фрикційних пар кочення поліграфічних систем / С. М. Ярема. — К. : УАД, Університет «Україна», 2006. — 404 с. 3. Чехман Я. І. Друкарське устаткування / Я. І. Чехман та ін. — Л. : УАД, 2005. — 468 с.

Рецензент — Ю. О. Шостачук,  
к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 20.01.10