

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ ОФСЕТНОЇ ПОКРИШКИ В ЗОНІ ДРУКАРСЬКОГО КОНТАКТУ**

Наводимо методику та деякі результати теоретичного дослідження процесу кочення «жорсткого» циліндра по нерухомій площині з «еластичною» поверхнею, які є продовженням описаних у праці [2] результатів експериментальних досліджень характеру деформації елементарної ділянки поверхневго шару офсетної гуми в зоні контакту. Метою нашого дослідження є встановлення закону переміщень (характеру зміни тангенціальної деформації)

поверхневого шару офсетної покритишки залежно від фізико-механічних властивостей матеріалу покритишки, характеру та величини технологічного зусилля, а також явищ, що виникають в процесі кочення «жорсткого» циліндра по «еластичній» поверхні. Інші фактори, які можуть впливати на переміщення поверхневого шару покритишки, не враховуються.

Зі схеми (рис. 1) видно [2], що з боку набігання циліндра поверхневий шар матеріалу стиснуто, а з боку збігання — розтягнуто, тобто в матеріалі покритишки під час перебування її елементарної ділянки в зоні контакту виникають знакозмінні напруження. У машині для офсетного друку такі напруження можуть викликати певне спотворення зображення (в тому числі й «змазування») як під час першої передачі його з формового циліндра на офсетний, так і при наступній передачі з офсетного циліндра на папір. Задача полягає в розробці методу аналітичного визначення величини та характеру напружень і відповідних тангенціальних деформацій поверхневого шару офсетної покритишки в зоні контакту.

Матеріал припрацьованої офсетної покритишки, офсетна гума, особливо поверхневий шар її, є еластоміром, а тому має в'язкопружні властивості [3]. Для вивчення характеру та визначення напружень, що виникають в еластомірі під дією зовнішніх навантажень, використовують механічні моделі, які здебільшого є комбінаціями пружин і демпферів: першими імітують пружну поведінку матеріалу, а другими — його в'язкість.

Для однієї з найпростіших механічних моделей, що складається з паралельно з'єднаних пружин та демпфера (так звана модель Кельвіна, або Фойгта [1]), напруження  $\sigma$ , які виникають внаслідок деформації еластоміра, можна виразити сумою напружень у пружині  $\sigma_1$  (гуківський елемент) і демпфері  $\sigma_2$  (ньютонівський елемент), тобто

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 = E \cdot \varepsilon + \eta \frac{d\varepsilon}{dt}, \quad (1)$$

де  $E$  — динамічний модуль пружності;  $\varepsilon$  — відносна деформація еластоміра;  $d\varepsilon/dt$  — швидкість відносної деформації;  $\eta$  — в'язкість еластоміра.

Якщо відносну деформацію виразити через абсолютну  $z$  (рис. 1) і товщину шару еластоміра  $\delta$ , тобто  $\varepsilon = z/\delta$ , то вираз (1) можна записати у вигляді

$$\sigma \delta = E \cdot z + \eta \cdot \dot{z}. \quad (2)$$

Визначивши геометричним шляхом прогин  $z$  в'язкопружної основи у довільній точці  $d$  на дузі  $ec$

$$z = \sqrt{R^2 - x^2} - \sqrt{R^2 - b^2}, \quad (3)$$

а також швидкість абсолютної деформації

$$\dot{z} = \frac{dz}{dt} = \frac{dz}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{V \cdot x}{\sqrt{R^2 - x^2}}, \quad (4)$$

після підстановки цих значень у рівняння (2) виконують ряд перетворень і спрощень [3] й одержують

$$\sigma = \frac{F}{2\delta R} \cdot (b^2 - x^2 + 2b \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot x), \quad (5)$$

де  $\operatorname{tg} \varphi$  — тангенс кута механічних втрат, що є відношенням енергії, розсіяної за цикл, до енергії, накопиченої під час деформації, значення його для даного еластомера постійне.

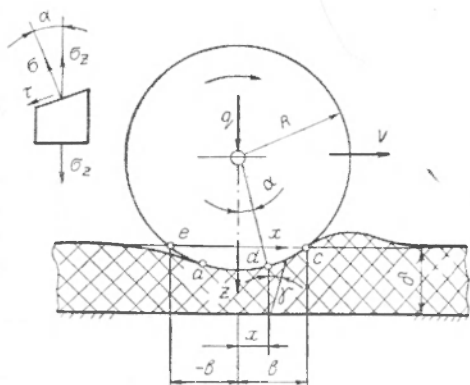


Рис. 1. Схема процесу кочення циліндра по еластичній поверхні.

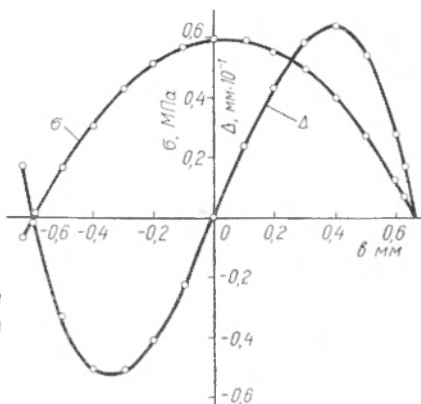


Рис. 2. Зміна нормальних напружень  $\sigma$  та тангенціальних деформацій  $\Delta$  по ширині смуги контакту  $b$ .

Половина ширини смуги контакту  $b$ , що входить у формули (3) і (5), визначається з виразу

$$b = 2 \sqrt{\frac{q \cdot R}{\pi \cdot E} (1 - \mu^2)} \quad (6)$$

і залежить як від навантаження  $q$  і радіуса циліндра  $R$  (рис. 1), так і фізико-механічних властивостей матеріалу еластомера ( $E$  і  $\mu$  — коефіцієнт Пуассона) [3].

Користуючись формулою (5), можна знайти не тільки значення нормального напруження у будь-якій точці на поверхні еластомера, але й координату точки  $a$  (рис. 1) — початок розділу поверхонь, що перебувають у контакті.

Розглядаючи плоский напружений стан елементарної ділянки поверхневого шару офсетної покритишки (рис. 1) і беручи до уваги, що для матеріалу характерні ізотропні властивості, дотичні, тангенціальні напруження  $\tau$ , що виникають у поверхневому шарі, можна визначити за допомогою формули [4]

$$\tau = \frac{\sigma_z}{2} \cdot \sin 2\alpha = \sigma \cdot \sin \alpha \cdot \cos^2 \alpha.$$

З врахуванням  $\sin \alpha = \frac{x}{R}$  та  $\cos \alpha = \frac{\sqrt{R^2 - x^2}}{R}$

$$\tau = \sigma \cdot \frac{x}{R} \left[ 1 - \left( \frac{x}{R} \right)^2 \right]. \quad (7)$$

Для переходу від тангенціальних напружень до тангенціальної деформації скористаємось залежністю [5]

$$\gamma = \frac{\tau}{G} = \frac{2\tau(1+\mu)}{E}, \quad (8)$$

де  $\gamma$  — кут деформації зсуву, показаний на рис. 1. Лінійна деформація поверхневого шару

$$\Delta \approx \operatorname{tg} \gamma \cdot \delta \approx \operatorname{tg} \left[ \frac{x}{\delta R^2} \left( 1 - \frac{x^2}{R^2} \right) (b^2 - x^2 + 2b \cdot x \cdot \operatorname{tg} \varphi) \right] \cdot \delta. \quad (9)$$

Доцільно для конкретних умов оцінити значення та характер зміни тангенціальної деформації елементарної ділянки поверхневого шару офсетної покритки за період проходження зони контакту. Як відомо, тиск у машинах для офсетного друку становить в середньому 0,5 МПа, для гуми модуль пружності  $E = 6$  МПа і коефіцієнт Пуассона  $\mu = 0,5$ . Ширина смуги контакту для умов, описаних у праці [2], визначається з формули (6)  $2b = 12,6$  мм. Для наповнених гум середнє значення тангенса кута механічних втрат становить  $\operatorname{tg} \varphi = 0,0573$ , сумарна товщина офсетної покритки  $\delta \approx 4$  мм. Біжучі значення нормальних напружень залежно від  $x$  ( $-b \leq x \leq b$ ) визначають за формулою (5) і зображені у вигляді графіка на рис. 2. На цьому ж рисунку показано зміну тангенціальної деформації  $\Delta$  поверхневого шару покритки товщиною 4 мм по ширині смуги контакту. Від'ємні значення  $\Delta$  відповідають деформації розтягу, а позитивні — стиску поверхневого шару. Слід підкреслити, що характер зміни цієї деформації, визначений аналітично за формулою (9), близький до експериментального [2], що підтверджує правильність наведеної методики. Стосовно абсолютного значення тангенціальної деформації слід зробити такі зауваження: 1) вибрана для досліджень найпростіша механічна модель Кельвіна не повністю характеризує в'язкопружні властивості матеріалу покритки; 2) враховано деформаційні властивості однорідної по товщині покритки; 3) прийнято, що покритка не зміщується відносно жорсткої основи; 4) деформація по товщині покритки поширюється прямолінійно. Тому одержане з такими спрощеннями та допущеннями максимальне значення деформації ( $\Delta_{\max} = 0,063$  мм) для умов макета наближене.

Список літератури: 1. Гольдберг И. Н. Математическое поведение полимерных материалов. — М.: Химия, 1970. 2. Дідич В. П. Дослідження поведінки офсетної покритки в зоні друкарського контакту. — Поліграфія і видавнича справа, 1980, вип. 16. 3. Мур. Д. Трение и смазка эластомеров. — М.: Химия, 1977. 4. Сегаль А. И. Прикладная теория упругости. — Л.: Судпромгиз, 1957. 5. Филоненко-Бородич М. М., Изюмов С. М. и др. Курс сопротивления материалов. — М.: Гостехиздат, 1955.

It was studied the method and the results of the theoretical investigation of the process of swinging «rigid» cylinder along «elastic» back. They have defined the character and the amount of tangential deformation of the top layer of offset blanket in the zone (at the point) of contact as applied to the dummy conditions.

And the tasks of further investigation are put on too.

Стаття надійшла в редколегію 31. 03. 81