

## ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕРИТРОЦИТУ

*Головня В.М., асистент*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Внаслідок складності і величезного різноманіття природних об'єктів до цих пір не існує уніфікованих методів розв'язання задач оптики світло-розсіювання, оскільки кожен об'єкт вимагає власної розробки методик, які б враховували його специфічні особливості та умови проведення вимірювального експерименту. Ми розглядаємо зміну форми формених елементів крові як параметр, що характеризує стан людського організму, в даній роботі розглядаємо еритроцит.

За час свого існування в організмі людини еритроцити в процесі руху зазнають видозміни своєї форми. Як відомо, зі старінням дані формені елементи крові втрачають еластичність, а тому їх форма набуває нетипових для першочергової рис (відмінність від дискоцита). Інтенсивність старіння визначається насамперед середовищем в якому перебуває еритроцит. Тому маємо проаналізувати параметри середовища, а саме ті його показники, що безпосередньо впливають на такий параметр еритроцита як еластичність. Тому ставимо за мету створити таку математичну модель еритроцита, в якій би враховувався розглянутий параметр та його вплив на процес деформування форми.

Трьохмірна частинка, моделююча еритроцити і агрегати, утворюється обертанням певної фігури навколо осі симетрії, яка є вертикальною лінією, що лежить в площині і проходить через центр фігури. Одиничні еритроцити і їх агрегати добре моделюються тороїдальною поверхнею.

Для опису деформації тіл обертання скористаємося, поряд з декартовою системою  $OX_1X_2X_3$ , спеціальною [1, 2] системою координат  $O\psi\theta$ , зручною для опису тороїдальних тіл еліптичного перерізу. Далі цю систему називатимемо «тороїдальною».

Декартові  $OX_1X_2X_3$  і криволінійні координати  $O\psi\theta$  пов'язані між собою співвідношеннями:

$$X_1 = \rho \cos \theta = \left[ R_0 + (R_2(\psi) + \gamma) \sin \psi \right] \cos \theta,$$

$$X_2 = \rho \sin \theta = \left[ R_0 + (R_2(\psi) + \gamma) \sin \psi \right] \sin \theta,$$

$$X_3 = \left[ R_{22}(\psi) + \gamma \right] \cos \psi.$$

Тут прийняті наступні позначення для основних геометричних характеристик еліптичного тора (рис. 1):  $R_0$  – радіус криволінійної осі тора;  $R_{22}=a^2/c$  – локальний радіус кривизни меридіана (нормального перетину трубки);  $R_2$  – довжина відрізка від нормалі (нормаль до внутрішньої поверхні) до вертикальної осі перетину трубки,  $R_1 = a^2b^2/c^3$ ,  $R_2 = b^2/c$ ,  $R_{22} = a^2/c$ ,

$$c = [a^2 \cos^2 \psi + b^2 \sin^2 \psi]^{1/2}.$$

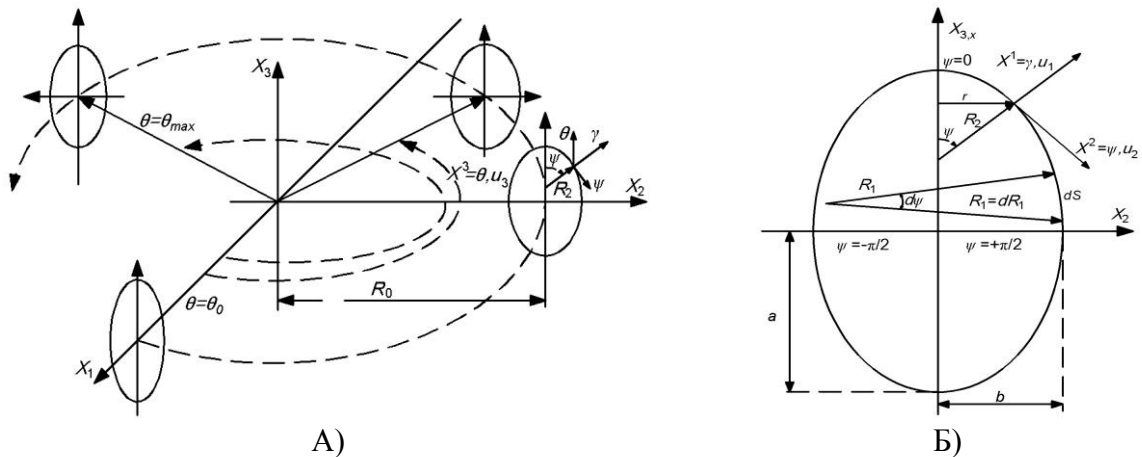


Рис. 1. Декартова  $OX_1X_2X_3$  (А) і спеціальна  $O\gamma\psi\theta$  (А, Б) системи координат для розрахунку тора еліптичного перерізу

Для елементарного об'єму та площин, ортогональних осям системи координат, одержимо відповідно формули:

$$g = g_{11}g_{22}g_{33} = 1^2 (R_1 + x^1)^2 [R_0 + (R_2 + x^1) \sin x^2]^2,$$

$$dV = \sqrt{g} dx^1 dx^2 dx^3 = (R_1 + x^1) [R_0 + (R_2 + x^1) \sin x^2] dx^1 dx^2 dx^3,$$

$$dS_1 = (R_1 + x^1) [R_0 + (R_2 + x^1) \sin x^2] dx^2 dx^3,$$

$$dS_2 = [R_0 + (R_2 + x^1) \sin x^2] dx^1 dx^3, \quad dS_3 = (R_1 + x^1) dx^1 dx^2,$$

$$(R_2 = \frac{b^2}{c}, \quad R_1 = \frac{a^2 b^2}{c^3}, \quad R_{22} = \frac{a^2}{c}, \quad c = [a^2 \cos^2 \psi + b^2 \sin^2 \psi]^{1/2}).$$

$\theta$  - кутова координата, що визначає положення перетину, ортогонального криволінійній осі тора, і відповідає довготі в сферичній системі;  $\psi$  - кутова координата, яка вимірюється вздовж меридіана (аналог широти, але відлік кута ведеться від полюса до екватора);  $\gamma$  - координата, яка вимірюється від внутрішньої поверхні трубки вздовж зовнішньої нормалі;  $a$  – велика піввісь еліптичної трубки;  $b$  – мала піввісь еліптичної трубки.

Таким чином, визначений тензор деформацій дозволяє математично встановити залежність параметрів форми еритроцита від його структури та впливу на неї механічних навантажень в процесі руху у відповідному середовищі.

### Література

1. Демидов С.П. Теория упругости. М.:ВШ, 1972. – 432с.
2. Кармишин А.В., Лясковец В.А. и др. Статика и динамика тонкостенных оболочек. М.:Машиностроение, 1975. – 376с.