

УДК 539.3

## МОДЕЛЬ «ТРЕТЬОГО ТІЛА» В ЗАДАЧАХ ТРИБОЛОГІЇ

**Володимир Онишкевич, Галина Барабаш**

*Національний лісотехнічний університет України,  
Львівський національний університет імені Івана Франка*

*onyshkevych@nltu.edu.ua, galynabarabash71@gmail.com*

Розмаїття чинників впливу на тепловий режим трибологічної пари зумовлює складність опису та математичного моделювання такої практичної науково-технічної задачі. Серед факторів впливу є, як теплофізичні (теплопровідність, теплоємність, коефіцієнт лінійного розширення взаємодіючих тіл та інші), так і механічні (пружність, твердість тощо). Найбільш загальні теплофізичні граничні умови з урахуванням тертя та тепловиділення були запропоновані в [3], а математичне моделювання контактної термопружності за наявності поверхневих теплофізичних неоднорідностей було проведене в [4].

Запропоновано математично моделювати режими тертя, зношування та теплоутворення за допомогою розгляду т.зв. умовного «третього тіла» – тонких приповерхневих і проміжкових шарів контактуючих тіл, фізико-механічні властивості яких відрізняються від властивостей тіл контактної пари, та мікрогеометрією поверхонь тіл у контактній зоні [2]. При цьому для дослідження контактної термопружності з урахуванням тертя і тепловиділення за вихідні умови використано узагальнені умови теплового контакту, які враховують коефіцієнт термопроникливості контакту  $h$  [3].

Проведений числовий аналіз показав, що суттєвий вплив на результати має термопроникливість контакту  $h$ , тому для практичних розрахунків можна рекомендувати для використання спрощені теплофізичні умови на ділянці контакту [1]:

$$\lambda^{(1)} \frac{\partial t^{(1)}}{\partial n} - \lambda^{(2)} \frac{\partial t^{(2)}}{\partial n} = \frac{c}{2} (i^{(1)} + i^{(2)}) - Q,$$
$$\lambda^{(1)} \frac{\partial t^{(1)}}{\partial n} + \lambda^{(2)} \frac{\partial t^{(2)}}{\partial n} - 2h (t^{(1)} - t^{(2)}) = \frac{c}{6} (i^{(1)} - i^{(2)}).$$

Середня температура в області контакту тіл мало відрізняється від температури  $t^{(1)} = t^{(2)}$  при ідеальному тепловому контакті тіл, тому розв'язок за-

дачі зі запропонованими в [1] спрощеними граничними умовами при  $h \rightarrow \infty$  можна розглядати як перший етап для знаходження  $h$ .

Фактори, від яких залежить  $h$ , як і весь процес теплоутворення, є численними та складними, однак числовий аналіз дозволив встановити суттєвий вплив на зміну термопроникливості контакту одних вхідних параметрів і несуттєвість впливу інших. Для визначення впливу вказаних параметрів на різницю температур і теплових потоків розглянуто нестационарну контактну задачу термопружності з теплоутворенням від дії сил тертя на межі двох півпросторів, яка за складністю відповідає суперпозиції двох одновимірних задач термопружності.

Припускаємо, що два пружних півпростори з нульовою температурою спочатку є нерухомими, а в момент часу  $\tau = 0$  зближуються і з тертям починають переміщуватися з відносною сталою швидкістю. Процес тертя на межі контакту супроводжується теплоутворенням, теплові граничні умови враховують коефіцієнт теплопроникливості контакту  $h$ . Розв'язок задачі отримано з використанням інтегрального перетворення Лапласа.

За різних законів задання на безмежності напружень  $\sigma|_{\infty}$  отримано аналітичні вирази для розподілу температури та теплових потоків у взаємодіючих тілах за глибиною. За отриманими числовими результатами зроблено висновки про суттєвий вплив або відсутність впливу конкретних теплофізичних та механічних параметрів трибологічної пари на різницю температур та зміну теплових потоків у парі тертя.

1. *Левицький В.П., Онишкевич В.М.* Дослідження впливу властивостей «третього тіла» на теплоутворення від тертя // *Мат. методи та фіз.-мех. поля.* – 1999. – **42**, № 1. – С. 82–86.
2. *Онишкевич В.* Урахування впливу термічної провідності контакту в осесиметричних задачах // *Вісник Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат.* – 2006. – **65**. – С. 208–215.
3. *Подстригач Я.С.* Температурное поле в системе твердых тел, сопряженных с помощью промежуточного слоя // *Инж. физ. журн.* – 1963. – **6**, № 10. – С. 129–136.
4. *Швец Р.Н., Мартыняк Р.М.* Термоупругое контактное взаимодействие тел при наличии поверхностных теплофизических неоднородностей // *Мат. методы и физ.-мех. поля.* – 1988. – **27**. – С. 23–28.

#### THE “THIRD BODY” MODEL IN PROBLEMS OF TRIBOLOGY

*The method of determination of thermal contact conductance in mathematical modelling of contact interaction with considering friction and heat generation by “third body” is proposed. The dependence of influence of some physical and mechanical parameters on the temperature and heat fluxes in the contact bodies is investigated.*