

## **ВПЛИВ ЗАЛЕЖНИХ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛА ТА ЗМІННИХ В ЧАСІ ТЕРМОФРИКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ТЕРМОПРУЖНУ НЕСТІЙКІСТЬ ВАЛІВ З ТОНКИМ ПРИПОВЕРХНЕВИМ ШАРОМ**

**Яцків О. І., Бобик Б. Я.**

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача  
НАН України, labmtd@iapmm.lviv.ua

Під час виготовлення та експлуатації елементів конструкцій структура приповерхневих шарів, а відповідно і їх фізико-механічні параметри, можуть зазнавати змін, наприклад: за гартування металевих деталей струмами високої частоти, під час експлуатації трибологічних пар, фрикційного зміцнення поверхонь і зварювання тіл за допомогою тертя. Щоб відобразити реальну структуру таких елементів конструкцій, їх моделюють неоднорідними шаруватими тілами, зокрема, за контактної взаємодії тіл з тертям внаслідок змін фізико-механічних властивостей їх приконтактних шарів, вводять до розгляду так зване «третє тіло». Часто для зазначених технологічних чи експлуатаційних процесів характерним є інтенсивне розігрівання поверхні тіл та близьких до неї шарів, з можливою появою окремих ділянок, температура яких буде високою, а за певних умов - необмежено зростатиме в часі. Обмеження ж теплового нагріву є важливим у розрахунках експлуатаційних режимів, наприклад для гальмівних систем, в яких через значне підвищення температури зростає зношування і зменшується коефіцієнт тертя, що може спричинити аварійну ситуацію. Для урахування тепловиділення від тертя і нагріву електромагнітним випромінюванням в багатьох математичних моделях використовують об'ємні та поверхневі джерела тепла змінної інтенсивності. Тому, важливим є дослідження термопружної поведінки тіл, приповерхневі шари яких мають неоднакові з основним матеріалом, змінні в часі теплофізичні властивості, за дії нестационарних розподілених в їх об'ємі та на поверхні джерел тепла.

Для довгих суцільних циліндричних валів, теплофізичні властивості приповерхневих шарів яких відрізняються від властивостей основного матеріалу і змінюються з часом, за використання запропонованого Я. С. Підстригачем підходу до моделювання тонких покриттів та прошарків [1], сформульовано неklasичні крайові задачі із залежними від часу межовими параметрами. Тонкий приповерхневий шар замінюється ідеалізованою фізичною поверхнею з властивостями шару, а його вплив на фізико-механічну поведінку тіла відомо-  
<http://www.iapmm.lviv.ua/chyt2014/>

**Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2014»,  
28–30 травня 2014 р., Львів**

бражається узагальненими нестационарними граничними умовами, які враховують кінетику процесу теплопровідності на межі тіла. За дії електромагнітного поля частина енергії випромінювання поглинається внутрішніми шарами тіла, що супроводжується тепловиділенням. Крім того вал обмінюється теплом з довкіллям. Утворення тепла у валі спричиненого високочастотним випромінювання моделюємо лінійно залежними від температури об'ємними джерелами тепла. У разі обертання валу в жорсткій обоймі з тертям, частина кінетичної енергії перетворюється в теплову, яка йде в обойму та на нагрів валу. Фрикційне тепловиділення враховуємо рівномірно розподіленими в об'ємі тонкого приповерхневого шару джерелами тепла, які лінійно залежать від стискальних напружень, а отже опосередковано від температури, швидкості обертання валу і коефіцієнта тертя.

На основі розвинутого методу розв'язування неklasичних задач з нестационарними гранично-контактними умовами зі змінними в часі межовими теплофізичними параметрами за наявності об'ємних і поверхневих джерел тепла [2] сформульовані задачі термопружності зведено до інтегро-диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами з інтегральним оператором типу Вольтерри. Досліджено особливості отриманих рівнянь і до їх розв'язання адаптовано схему сплайн-апроксимацій розв'язку. Проаналізовано розподіл температури й напружень у валах залежно від законів зміни в часі теплофізичних параметрів та інтенсивності джерел тепла. З'ясовано за яких умов виділення тепла буде більшим за тепловіддачу з поверхні, що призводитиме до термопружної нестійкості валу – необмеженого зростання температури й напружень. Вивчено для яких законів зміни теплофізичних параметрів можна частково компенсувати теплоутворення в приповерхневих шарах і в об'ємі валів. Розроблений підхід можна поширити на випадок багатощарових валів.

1. *Підстригач Я. С.* Вибрані праці. – Київ: Наукова думка, 1995. – 460 с.
2. *Панін С. В., Мартиняк Р. М., Швець Р. М., Якуів О. І., Бобик Б. Я.* Термонапружений стан циліндра зі змінними теплофізичними властивостями приповерхневого шару за нагріву об'ємними джерелами тепла // *Мат. методи та фіз.-мех. поля.* – 2012. – **55**, № 3. – С. 139-152.

**THERMOELASTIC INSTABILITY IN CYLINDER HAVING THIN  
COATING WITH TIME VARIABLE THERMOFRICTIONAL  
PARAMETERS UNDER HEATING BY TEMPERATURE DEPENDING  
HEAT SOURCES**

*Unlimited temperature and stresses increasing (thermoelastic instability-TEI) in long cylinder having thin coating with variable thermofrictional parameters under heating by temperature depending volumetric and surface heat sources is investigated.*

<http://www.iapmm.lviv.ua/chyt2014/>