

Визначення змін профілю потенціалу деформацій середовищ триботехнологічного шару і шару матеріалу підложки при термічній обробці

В ході досліджень є визначення значень змін профілю потенціалу деформацій середовищ триботехнологічного шару і шару матеріалу підложки при термічній обробці.
опис, ефект, об'єкт, середовище, шар, підложка, матеріал, пам'ять, рівняння, вплив

Визначення проблеми. Умови фінансово-економічної кризи диктують необхідність технологічного переозброєння і технічного оновлення машинно-тракторного парку сільськогосподарського виробництва [1], що зумовлює поступовий перехід до використання багатопрофільних енергетичних засобів малої потужності.

Аналіз останніх публікацій і досліджень. При вирішенні задач створення двигуна трактора Т-25 фахівцями Первомайського політехнічного інституту Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова [2] була розглянута задача виникнення збурень у результаті зовнішнього впливу навантажень і внутрішніх змін середовища системи-об'єкту (поверхня шару і підложка циліндрів ДВЗ) із-за теплового впливу при взаємодії пар тертя двигуна трактора Т-25 в процесі експлуатації. Були виявлені умови, при виконанні яких визначена кінцева швидкість зміни концентрацій збурень у середовища системи-об'єкту [3], та розповсюдження збурень у середовищі [4].

Невирішена частина проблеми. Предметом досліджень при визначенні змін профілю потенціалу деформацій середовищ матеріалу трибо-технологічного шару і підложки циліндрів двигуна внутрішнього згорання трактора Т-25 при термічній обробці. В ході досліджень встановлено, що значні відхилення наведених систем-об'єктів поглинаються технологічним середовищем – повехнею триботехнологічного шару, підложкою і основним матеріалом циліндрів ДВЗ. Визначення профілю потенціалу деформацій середовищ шару і матеріалу циліндрів ДВЗ трактора Т-25 потребує створення окремих локальних моделей, які забезпечують імітаційне моделювання процесів деформацій та використання структурно-функціональної моделі середовищ шару і підложки циліндрів.

Мета досліджень. Задачею досліджень є визначення значень змін профілю потенціалу деформацій середовищ триботехнологічного шару і шару матеріалу підложки при термічній обробці.

Основна частина. У відповідності з [5] опис процесів деформацій за умов нестационарного процесу напружень триботехнологічного шару і підложки за достатньо малий проміжок часу здійснюється з використанням методу аналогій [6] за допомогою рівняння [7]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{(l_1^u)^2} = \frac{\partial^2 J_1^u}{\partial (\tau_1^u)^2} + \frac{1}{\zeta_1^u} \frac{\partial J_1^u}{\partial \tau_1^u} = \nabla^2 J_1^u x \\ \frac{1}{(l_2^n)^2} = \frac{\partial^2 J_2^n}{\partial (\tau_2^n)^2} + \frac{1}{\zeta_2^n} \frac{\partial J_2^n}{\partial \tau_2^n} = \nabla^2 J_2^n x \end{array} \right. , \quad (1)$$

де l_1^u і l_2^n – відповідно зміни товщини середовища триботехнологічного шару матеріалу і підложки під час термічної обробки [8], м;

J^u і J^n – відповідно триботехнологічна придатність матеріалу прикордонного шару [9] і пружні властивості підложки [10], Па/(м² °К);

ζ_1^u і ζ_2^n – відповідно коефіцієнти деформацій структури поверхні системи: внутрішніх шарів прикордонного шару і внутрішніх шарів підложки [11,12], м/(м² °К);

τ_1^u і τ_2^n – відповідно час релаксації потоку деформацій системи з внутрішніх шарів матеріалу до поверхні підложки і з поверхні підложки у прикордонний шар, с;

X – проміжки часу спостережень, с;

індекс “ u ” і “ n ” – відповідно значення характеристик підложки і середовища триботехнологічного шару.

Системи-об’єкти – поверхні триботехнологічного шару (далі середовище) і підложки (далі матеріал), здатні акумулювати напруження та відповідні деформації за термін часу $\tau_{1\mu}^u \mp \Delta \tau_{1\mu}^u$ і $\tau_{2\mu}^n \mp \Delta \tau_{2\mu}^n$. Оскільки наведені системи-об’єкти

представляють інерційні об’єкти, тому при $\tau_{1\mu}^u$ і $\tau_{2\mu}^n$ – термінах часу, за який об’єкт

підтримує свої пружні властивості, незважаючи на зовнішній між груповий вплив, можливо розглядати середовище і матеріал як систему-об’єкт з пам’яттю за умов впливу на середовище потоку напружень u_1^u і u_2^n , яке викликає зміну деформацій

середовищ d_1^u і d_2^n . При чому приріст деформацій середовища трибо-технологічного шару в силу нерозривності з’єднання його з підложкою дорівнює деформації

середовища матеріалу внаслідок між групової взаємодії: $\Delta d_1^u \mp \Delta d_2^n = 0$. Зв’язок

змін стану деформацій в процесі термічної обробки при впливі температури зовнішнього середовища dT у середовищі триботехнологічного шару Δd_1^u і

матеріалі Δd_2^n відбувається в результаті змін *потенціалів* систем-об’єктів:

середовища триботехнологічного шару p_1^u

$$\Delta p_{1\mu}^u = d_1^u dT = f_1 \left(u_{1\mu}^u \tau_{1\mu}^u \right) dT, \quad (2)$$

і матеріалу підложки p_2^n

$$\Delta p_{2\mu}^n = d_2^n dT = f_2 \left(u_{2\mu}^n \tau_{2\mu}^n \right) dT. \quad (3)$$

В розрахунку на $1/^\circ p$ приріст потенціалу деформацій середовищ шару і матеріалу складає $\Delta p_{1\tau}^u - \Delta p_{2\tau}^n \mp \Delta p_{2\tau}^n = \Delta U_{x_\tau} / \Delta (E_{1\tau}^u - E_{2\tau}^n)$ при стаціонарному процесі енергонасичення шару і матеріалу E_1^u, E_2^n .

Представимо результат взаємного впливу за період ситуаційного часу термічної обробки або температурного впливу при експлуатації на середовище шару і матеріал за час, за який система-об'єкт підтримує свої пружні властивості, незважаючи на зовнішній між груповий вплив на об'єкт у вигляді виразів [10]:

$$\begin{cases} J(d_1^u) = \Phi_{1\mu}^u [\nabla D(\tau_{1\mu}^u)] \Big|_0^d \\ J(u_1^u) = \Phi_{1\mu}^u [\nabla U(\tau_{1\mu}^u)] \Big|_0^u \end{cases}; \quad (4)$$

$$\begin{cases} J(d_2^n) = \Phi_2^n [\nabla D_2^n(\tau_{2\mu}^n)] \Big|_0^d \\ J(u_2^n) = \Phi_2^n [\nabla U_2^n(\tau_{2\mu}^n)] \Big|_0^u \end{cases}, \quad (5)$$

де $\nabla D(\tau_{1\mu}^u)$ і $\nabla D(\tau_{2\mu}^n)$ – градієнт потоку напружень відповідно середовищ з пам'яттю триботехнологічного шару і матеріалу підложки, Па/м²;

$\nabla U(\tau_{1\mu}^u)$ і $\nabla U(\tau_{2\mu}^n)$ – градієнт потоку змін щільності структури матеріалу відповідно середовищ з пам'яттю триботехнологічного шару і матеріалу підложки, кг/м²;

$\Phi\tau_{1\mu}^u$ і $\Phi\tau_{2\mu}^n$ – функціонал системи-об'єкту.

При розрахунку деформації складових системи-об'єкту триботехнологічного шару і матеріалу підложки під час системи-процесу термічної обробки або температурного впливу за час експлуатації, приймаємо для нестационарного процесу деформації об'єкту – шару і матеріалу, на протязі малого проміжку часу з урахуванням аналогій [6] і щільності деформацій триботехнологічного шару і матеріалу підложки [13,14] отримаємо:

$$\begin{aligned} \zeta_{u_p} \rho_1^u \frac{\partial J(d_1^u)}{\partial \tau_1^u} &= \frac{\partial}{\partial x} \left[\zeta_1^u (J(d_1^u)) \frac{\partial J(d_1^u)}{\partial x} \right] \\ \zeta_{u_\tau} \rho_2^n \frac{\partial J(d_2^n)}{\partial \tau_2^n} &= \frac{\partial}{\partial x} \left[\zeta_2^n (J(d_2^n)) \frac{\partial J(d_2^n)}{\partial x} \right] \end{aligned}, \quad (6)$$

де ζ_{u_p} , ζ_{u_τ} – відповідно ізобарна і ізотермічна ємності деформації середовища шару і шару матеріалу підложки у певному обсязі V , м/(Па*м³), Па/(град*м³);

ρ_1^u і ρ_2^n – відповідно щільність матеріалу (речовини) триботехнологічного шару і підложки, кг/м³.

За умов нелінійної деформації об'єкту і матеріалу під час термічної обробки об'єктів – матеріалу (речовини) триботехнологічного шару і під-ложки, кінцева швидкість розповсюдження збурень деформації матеріалу шару і підложки або фронту потоків деформації системи-об'єкту та матеріалу шару і підложки може бути зумовленою існуванням об'ємного поглинання збурень (деформацій) структури технологічним середовищем матеріалами шару і підложки $m(J(d_1^u))$ і $m(J(d_2^n))$

(6) має вигляд:

$$\begin{aligned} \zeta_{u_p} \rho_1^u \frac{\partial J(d_1^u)}{\partial \tau_1^u} &= \frac{\partial}{\partial x} \left[\zeta_1^u(J(d_1^u)) \frac{\partial J(d_1^u)}{\partial x} \right] + mJ(d_1^u); \\ \zeta_{u_r} \rho_2^n \frac{\partial J(d_2^n)}{\partial \tau_2^n} &= \frac{\partial}{\partial x} \left[\zeta_2^n(J(d_2^n)) \frac{\partial J(d_2^n)}{\partial x} \right] + mJ(d_2^n). \end{aligned} \quad (7)$$

Застосування рівнянь (6) і (7) можливо при виявленні умов, при виконанні яких існує кінцева швидкість розповсюдження збурень деформації об'єкту та матеріалу шару і підложки або просторова локалізація потоків речовини.

Висновки. Проведене визначення значень розповсюдження фронту деформацій у системі-об'єкті – підложці, і фронту поглинання деформацій у триботехнологічному шарі матеріалу за умов збереження їх триботехнологічних властивостей і забезпечення знешкодження впливу деформацій.

Список літератури

1. “Програма розвитку продуктивних сил Миколаївської області на засадах збільшення економічної активності сільського населення у 2008-2012 роках”, *реєстраційний номер 0107U009112* від 10.2007 р.
2. Доценко С.М., Литвин С.М., Кирницький С.Р. Задачі створення двигуна трактора Т-25 // Бюл. наук. пр. Прибужжя.– 2009.– №17(94). – С.3-4.
3. Доценко С.М., Литвин С.М., Кирницький С.Р. Визначення зміни концентрацій збурень у середовищі системи-об'єкту // Бюл. наук. пр. Прибужжя.– 2009.– №18(95). – С.66-72.
4. Доценко С.М., Литвин С.М., Кирницький С.Р. Визначення розповсюджен збурень у середовищі системи-об'єкту // Бюл. наук. пр. Прибужжя.– 2009.– №18(95). – С.37-40.
5. Кирницький С.Р. Опис процесів деформацій за умов нестационарного процесу напружень триботехнологічного шару і підложки циліндрів ДВЗ // Бюл. наук. пр. Прибужжя.– 2008.– №2(66). – С.30-36.
6. Доценко С.М., Литвин С.М., Кирницький С.Р. Метод аналогій деформацій середовища системи-об'єкту // Бюл. наук. пр. Прибужжя.– 2009.– №18(95). – С.75-81.
7. Доценко С.М., Литвин С.М., Кирницький С.Р. Визначення концентрацій напружень (збурень середовища) у місцях спостережень системи-об'єкту // Бюл. наук. пр. Прибужжя.– 2009.– №18(95). – С.72-75.
8. Кирницький С.Р. Проведення досліджень процесу зміни товщини середовища триботехнологічного шару матеріалу і підложки циліндрів ДВЗ під час термічної обробки // Бюл. наук. пр. Прибужжя.– 2008.– №2(66). – С.59-63.
9. Кирницький С.Р. Визначення триботехнологічної придатності матеріалу прикордонного шару в системі-процесі термічної обробки поверхні триботехнологічного шару циліндрів ДВЗ // Бюл. наук. пр. Прибужжя.– 2008.– №2(66). – С.63-66.
10. Кирницький С.Р. Визначення пружних властивостей шару підложки в системі-процесі термічної обробки поверхні циліндрів ДВЗ // Бюл. наук. пр. Прибужжя.– 2008.– №2(66). – С.66-69.
11. Кирницький С.Р. Визначення коефіцієнтів деформацій структури поверхні системи: внутрішніх шарів триботехнологічного шару циліндрів ДВЗ // Бюл. наук. пр. Прибужжя.– 2008.– №2(66). – С.69-72.
12. Кирницький С.Р. Визначення коефіцієнтів деформацій структури поверхні системи: внутрішніх шарів підложки циліндрів ДВЗ // Бюл. наук. пр. Прибужжя.– 2008.– №2(66). – С.72-75.

13. Кирницький С.Р. Визначення щільності деформацій матеріалу триботехнологічного шару і підложки циліндрів ДВЗ // Бюл. наук. пр. Прибужжя.– 2008.– №2(66). – С42-43.
14. Кирницький С.Р. Визначення щільності деформацій матеріалу підложки циліндрів ДВЗ // Бюл. наук. пр. Прибужжя.– 2008.– №2(66). – С.43-44.

С. Кирницький

Определение смены профиля потенциала деформаций сред триботехнологического слоя и слоя материала подложки при термической обработке

В ходе исследований определены значения изменений профиля потенциала деформаций сред триботехнологического слоя и слоя материала подложки при термической обработке.

S. Kirnitsky

Definition of changes a profile of potential of deformations of medium in tribotechnological a layer and a backing material layer at high-heat treatment

During researches of definitely value of changes a profile of potential of deformations of medium in tribotechnological a layer and a backing material layer at high-heat treatment.

Одержано 18.09.09