

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНТРОПІЇ І ЕНТАЛЬПІЇ У ФРИКЦІЙНИХ ВУЗЛАХ ГАЛЬМОВИХ ПРИСТРОЇВ

Вольченко Дмитро Олександрович, докт. техн. наук, професор каф.
видобування нафти і газу,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
e-mail: vol21@ukr.net, ORCID: 0000-0002-1565-749X

Нікіпчук Сергій Вячеславович, канд. техн. наук, доцент кафедри
експлуатації та ремонту автомобільної техніки,
Національний університет «Львівська Політехніка»,
e-mail: nikipch@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2499-9990

Фідровська Наталія Миколаївна, докт. техн. наук, професор каф. БДМ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: nfidrovskaya@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5248-273X

Мусаєв Заур Разилович, канд. техн. наук, асистент каф. БДМ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: zaur.musaiev92@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5533-0897

Караван Руслан Андрійович, викладач, Харківський державний
професійно-педагогічний фаховий коледж імені В.І. Вернадського,
e-mail: karavanaqw@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3162-6893.

Ентропія – (від грець. entropia – поворот, перетворення); поняття введене в термодинаміці визначення міри незворотного розсіювання енергії. Алгоритм визначення ентропії в парах пар тертя гальмівних пристроїв показаний на рис. 1. Відповідно до першого початку термодинаміки, $\delta Q = dU + PdV$, тобто кількість теплоти, що передається системі дорівнює сумі приросту внутрішньої енергії dU і виконаної системою елементарної роботи PdV (де P – питомі навантаження; dV – елементарний об'єм поверхневих і при поверхневих шарів полімерної накладки). З урахуванням першого початку термодинаміки диференціал визначення ентропії набуває вигляду:

$$dS = \frac{1}{T}(dU + PdV), \quad (1)$$

звідки випливає, що ентропія являє собою термодинамічний потенціал при виборі в якості незалежних змінних внутрішньої енергії поверхневого шару накладки та її об'єму V . Часткові похідні ентропії пов'язані з T і P залежностями

$$\frac{1}{T} = \left(\frac{\partial S}{\partial U} \right)_V \quad (2)$$

та

$$\frac{P}{T} = \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_U, \quad (3)$$

які визначають рівняння стану трибосистеми (перше – калоричне, друге – термічне). Рівняння (2) закладено основою визначення абсолютної температури (T).

Природа внутрішньої незворотності пов'язані з положенням: робота може бути перетворена на теплоту повністю, теплота – на роботу – лише частково. Робота, що здійснюється проти імпульсних сил тертя при фрикційній взаємодії у вузлах тертя, повністю переходить у теплоту. Насправді теплота йде на нагрівання елементів тертя та їх вимушене охолодження. У цьому процесі перетворення теплоти на роботу підпорядковується певній фізичній закономірності – другому початку термодинаміки, яке формулюється математично, якщо запровадити особливий комплексний параметр – ентропію.



Рисунок 1 – Алгоритм визначення ентропії у спряженнях гальмових пристроїв

Так, для трибосистеми, якою є пари тертя гальма при регламентованих циклічних гальмуваннях автотранспортного засобу, в якій вона отримує незначну кількість теплоти за одне гальмування $\delta Q/T$ після всіх гальмування дорівнює $\Sigma \delta Q/T$.

Ентальпія (від грец. *enthálpo* – нагріваю, тепловміст, теплова функція Гіббса), потенціал термодинамічний, що характеризує стан макроскопічної або

мікроскопічної системи, якою є мікроступи з плямами контактів пар тертя в термодинамічній рівновазі при виборі в якості основних незалежних змінних ентропії S і питомих навантажень. Позначається $H(S, P, N, x_i)$, де N - число електронів та іонів, що виходять з робочих поверхонь металополімерних пар тертя при їх фрикційній взаємодії; x_i - інші параметри системи (диполі, солітони). Ентальпія – адитивна функція (тобто ентальпія всієї системи) дорівнює сумі її складових, а з внутрішньою енергією U системи вона пов'язана залежністю

$$H = U + PV, \quad (6)$$

де V – робочої об'єм поверхневого та підповерхневого шару полімерної накладки.

Повний диференціал ентальпії (при незмінних N та x_i) має вигляд:

$$dH = tdS + VdP. \quad (7)$$

З формули (7) визначають поверхнево-об'ємну температуру t і об'єм V поверхневого шару накладки: $T = (\partial H/\partial S)_p$, $V = (\partial H/\partial P)_s$. Ці властивості ентальпії при постійних питомих навантаженнях аналогічні властивостям внутрішньої енергії поверхневого шару накладки об'ємом V ; властивостям внутрішньої енергії при постійному V :

$$T = (\partial U/\partial S)_v, \quad P = -(\partial U/\partial V)_s, \quad C_v = (\partial U/\partial t)_v.$$



Рисунок 2 – Алгоритм визначення ентальпії у спряженнях гальмових пристроїв

Рівноважному стану трибологічної системи при постійних S і P відповідає мінімальне значення ентальпії.

Література

1. Венцель, Е. С., Щукін А. В., Орел А. В. Рівняння інтенсивності зношування трибосполучень з позицій нерівноважної термодинаміки / Підйомно-транспортна техніка. – Одеса, №3, 2017. – С. 62 – 68.
2. Журавльов Д. Ю. Нерівноважна трибологія при фрикційній взаємодії пар тертя гальмівних пристроїв (частина перша). / Проблеми тертя та зношування. - К., № 4, 2015. - С. 43 - 49.

ВІДПРАЦЮВАННЯ АЛГОРИТМУ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СИСТЕМИ АВТОНОМНОГО ПІДГРІВУ ВПУСКНОГО ПОВІТРЯ

Грицюк Олександр Васильович, д.т.н., проф., професор каф. ДВЗ, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: dthkbd@ukr.net, ORCID: [0000-0002-5596-6254](https://orcid.org/0000-0002-5596-6254)

Вахрушев Віктор Іванович, начальник відділу, Державне підприємство «Харківське конструкторське бюро з двигунобудування», e-mail: vik60@meta.ua

Міхедькін Микола Володимирович, провідний інженер відділу головного конструктора, Державне підприємство «Завод імені В.О.Малишева», e-mail: nikolai.mikhedkin@gmail.com

Найбільш поширеним щодо характеристик силової установки техніки військового призначення являється питання умов низькотемпературного холодного пуску дизеля. Показником покращення процесу холодного пуску служить зниження мінімальної температури пуску.

Із багатьох факторів, що впливають на пуск будь-якого ДВЗ, актуальним залишається поліпшення запалення палива, яке подальше впливає на рівень індикаторної роботи в циліндрах у процесі розгону колінчастого вала від частоти його обертання пусковим пристроєм. Для високофорсованих танкових дизелів типу 5ТДФ і 6ТД таку задачу виконує система підігріву впускного повітря (АФП) [1], принцип дії якої базується на підвищенні у верхньому впускному ресивері температури поступаючого у циліндри повітря за рахунок теплової енергії, яка виробляється цією системою. Саме достатність підігрівання повітря визначає час пуску дизеля, а значить боєготовність силової установки бойової машини.

Тому діагностування працездатності системи АФП та утримання її у робочому стані є актуальною задачею, а побудова такого алгоритму і стала метою даної роботи авторів.