



**СУЧАСНІ ПИТАННЯ ВИРОБНИЦТВА І РЕМОНТУ
В ПРОМИСЛОВОСТІ ТА НА ТРАНСПОРТІ**



Асоціація технологів-машинобудівників України
Академія технологічних наук України
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля
НАН України

Український державний університет залізничного
транспорту

ТОВ «ТМ.ВЕЛТЕК»

ПАТ «Ільницький завод механічного зварювального
обладнання»

Машинобудівний факультет Белградського університету

Грузинський технічний університет

СУЧАСНІ ПИТАННЯ ВИРОБНИЦТВА ТА РЕМОНТУ В ПРОМИСЛОВОСТІ І НА ТРАНСПОРТІ

Матеріали

24 Міжнародного науково-технічного семінару

26–27 березня 2024 р.

Київ – 2024

Сучасні питання виробництва та ремонту в промисловості і на транспорті: Матеріали Міжнародного науково-технічного семінару, 26–27 березня 2024 р. – Київ: АТМ України, 2024. – 178 с.

Тематика семінару:

- Сучасні тенденції розвитку технології машинобудування
- Підготовка виробництва як основа створення конкурентоспроможної продукції
- Стан і перспективи розвитку заготівельного виробництва
- Удосконалення технологій механічної та фізико-технічної обробки в машино- і приладобудуванні
- Ущільнюючі технології та покриття
- Сучасні технології та обладнання в складальному і зварювальному виробництві
- Ремонт і відновлення деталей машин у промисловості і на транспорті, обладнання для виготовлення, ремонту і відновлення
- Стандартизація, сертифікація, технологічне управління якістю та експлуатаційними властивостями виробів машино- та приладобудування
- Впровадження стандартів ДСТУ ISO 9001 у промисловості, вищих навчальних закладах, медичних установах і органах державної влади
- Метрологія, технічний контроль та діагностика в машино- і приладобудуванні
- Екологічні проблеми та їх вирішення у сучасному виробництві

Матеріали представлені в авторській редакції

© АТМ України,
2024 р.

<i>Чичин Є.В., Федченко І.І.</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ КАЛІБРУВАННЯ ДЛЯ СУЧАСНИХ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ	159
<i>Яценко І.В., Ващенко В.А., Колінько С.О., Бутенко Т.І., Мартиненко Н.В.</i> ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ТЕРМОВПЛИВІВ НА ПОВЕРХНЮ ВИРОБІВ З ОПТИЧНИХ КЕРАМІК ПРИ ЇХНІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	161
<i>Голякевич А.А., Лавров О.С., Семенівський К.В., Євдокимов А.В., Деркач О.Д.</i> ПОРОШКОВІ ДРОТИ З РІЗНИМИ СИСТЕМАМИ ЛЕГУВАННЯ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ТВЕРДІСТЬ НАПЛАВЛЕНОГО ШАРУ МЕТАЛУ В МЕЖАХ 58–65 HRC	164
<i>Петасюк Г.А., Лавріненко В.І., Полторацький В.Г., Петасюк О.У.</i> ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЛІФУВАЛЬНИХ КРУГІВ З МОРФОМЕТРИЧНИМИ ХАРАК- ТЕРИСТИКАМИ МОДИФІКОВАНИХ ШЛІФПОРОШКІВ КВ 125/100	166

СУЧАСНІ ПИТАННЯ ВИРОБНИЦТВА ТА РЕМОНТУ В ПРОМИСЛОВОСТІ І НА ТРАНСПОРТІ

Матеріали 24 Міжнародного науково-технічного семінару

26–27 березня 2024 р.

Мови конференції: українська, англійська

Комп'ютерна верстка
Копейкіна М.Ю.

Підписано 20.03.2024
Формат 60×84×1/16
Умч. вид. арк. 14,6.

Асоціація технологів-машинобудівників України
04074, м. Київ, вул. Автозаводська, 2

Tel. +38044-4308500, +38050-3311922, +38050-3311923

www.atmu.net.ua

E-mail: atmu@ism.kiev.ua, atmu@meta.ua, atmu1@meta.ua

*Яценко І.В., Ващенко В.А., Колінько С.О.,
Бутенко Т.І., Мартиненко Н.В.* Черкаський
державний технологічний університет, Черкаси, Україна

ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ТЕРМОВПЛИВІВ НА ПОВЕРХНЮ ВИРОБІВ З ОПТИЧНИХ КЕРАМІК ПРИ ЇХНІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Для підвищення надійності роботи виробів в екстремальних зовнішніх умовах розроблений і успішно використовується метод термозміцнювальної поверхневої обробки оптичної кераміки електронними потоками стрічкової форми. Для підвищення ефективності, зниження трудомісткості та підвищення економічності зазначеного методу потрібно визначати найнебезпечніші ділянки через розрахунок розподілу теплового потоку з примежового шару уздовж поверхні виробу, що обдувається, а також оцінювати максимальні теплові навантаження й термічні напруження по глибині виробу залежно від динамічних режимів його експлуатації.

Виходячи з досліджень процесу нагріву різних виробів в умовах їхнього польоту показано, що кінетичний нагрів поверхні виробів здійснюється в результаті надзвукового обдуву потоком повітря. При цьому розподіл теплового потоку (або коефіцієнта теплопередачі) з прикордонного шару вздовж поверхні виробу найбільш суттєво залежить від режиму обтікання виробу повітряним потоком (ламінарний або турбулентний режим), на реалізацію якого чинить вплив висота та швидкість польоту виробів, кути атаки та ковзання, а також стан навколишнього середовища.

Так, при ламінарному режимі обтікання виробів в залежності від значень кутів атаки та ковзання розподіл теплового потоку (коефіцієнта теплопередачі) по поверхні виробів може суттєво змінюватися: мати максимум тільки у критичній точці ($\alpha = 0$, $\gamma = 0$) або мати складний просторовий розподіл ($\alpha \neq 0$, $\gamma \neq 0$). Що стосується турбулентного режиму обтікання виробів, то в цьому випадку внаслідок суттєвого ускладнення загальної гідродинамічної картини течії навіть при нульових кутах атаки та ковзання максимум теплового потоку помітно зміщується з критичної точки вздовж контура до задньої кромки. При цьому, у порівнянні з ламінарним режимом обтікання суттєво зростають дотичні напруження, максимум яких припадає на зони максимального значення теплового потоку. Най-

більш сприятливими з точки зору впорядкування розподілу теплового потоку по поверхні виробу є ламінарний та турбулентний режими обтікання при нульових кутах атаки та ковзання, які можна реалізувати за допомогою завдання режимів польоту (законів зміни швидкості польоту на різних висотах).

Визначено, що для досліджуваних розмірів виробу при надзвуківому обдуві його зі швидкостями M ($M > 2,5-3,0$) реалізується по всій її довжині, в основному, турбулентний режим обтікання, тому що значення критерію Рейнольдса в цьому випадку $Re > 10^5$; ламінарний режим реалізується тільки у окремих випадках (при невеликих довжинах пластини й помірних швидкостях обдуву (значення $Re < 10^5$)).

Однак, нині відсутня закінчена теорія турбулентного теплообміну, тому замість розв'язання класичної контактної задачі аеродинамічного нагріву розглядуваних виробів використовується напівемпіричний підхід, похибка якого, як показують існуючі застосування цього підходу, лежить у межах 15–20 %.

На першому етапі розв'язується зовнішня газодинамічна задача обтікання на базі експериментальних даних продувки тіл різної геометричної форми (плоскі й вісесиметричні тіла) в аеродинамічних трубах знаходимо тепловий потік q_w з прикордонного шару, що залежить від швидкості польоту виробу, режиму обтікання (ламінарний, турбулентний) і змінюється уздовж обтічної поверхні.

На другому етапі розв'язується внутрішня задача нагрівання виробу товщини H при заданому зовнішньому тепловому потоці q_w .

З результатів розрахунків, поданих на рис. 1–3, випливає, що місце розташування максимальних значень теплового потоку $(q_w)_{\max}$ на поверхні пластини залежить від режиму обтікання: для ламінарного режиму обтікання значення $(q_w)_{\max}$ перебувають поблизу передньої критичної точки ($x = 0$) пластини; для турбулентного режиму обтікання значення $(q_w)_{\max}$ уже зміщаються від $x = 0$ до x_{\max} . При цьому зі збільшенням швидкості обдуву потоком повітря від $M = 2$ до $M = 6$ значення $(q_w)_{\max}$ зростають від $0,5 \cdot 10^5$ Вт/м² до $7 \cdot 10^5$ Вт/м² (турбулентний режим обтікання) і від $0,2 \cdot 10^5$ Вт/м² до $3,5 \cdot 10^5$ Вт/м² (ламінарний режим обтікання). Щодо значень x_{\max} , то для ламінарного режиму обтікання $x_{\max} \approx 0$ не залежить від M . При турбулентному режимі обтікання (для дослідженого діапазону зміни $M = 2-6$) x_{\max} лежить у межах $(0,38-0,43) \cdot x_0$ (наприклад, для $x_0 = 0,1$ м $x_{\max} = 0,038-0,043$ м), тобто практично не змінюється, що повністю відповідає отриманим експериментальним значенням.

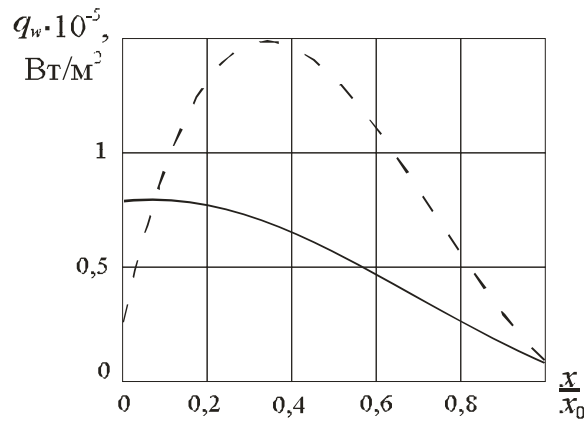


Рис. 1 – Розподіл теплового потоку q_w уздовж поверхні пластини при надзвучковому обдуві потоком повітря виробу ($T_0 = 300$ К; $x_0 = 0,1$ м; $M = 3$):
 --- турбулентний режим обтікання; ——— ламінарний режим обтікання

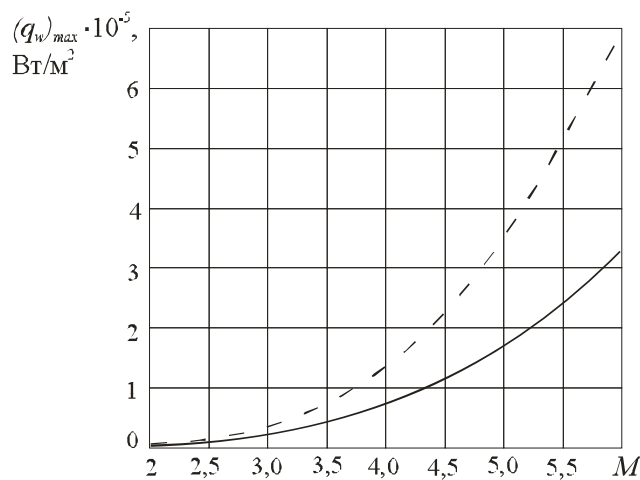


Рис. 2 – Залежність максимальних значень теплового потоку $(q_w)_{\max}$ від швидкості надзвучкового обдуву потоком повітря пластини ($T_0 = 300$ К; $x_0 = 0,1$ м): --- турбулентний режим обтікання; ——— ламінарний режим

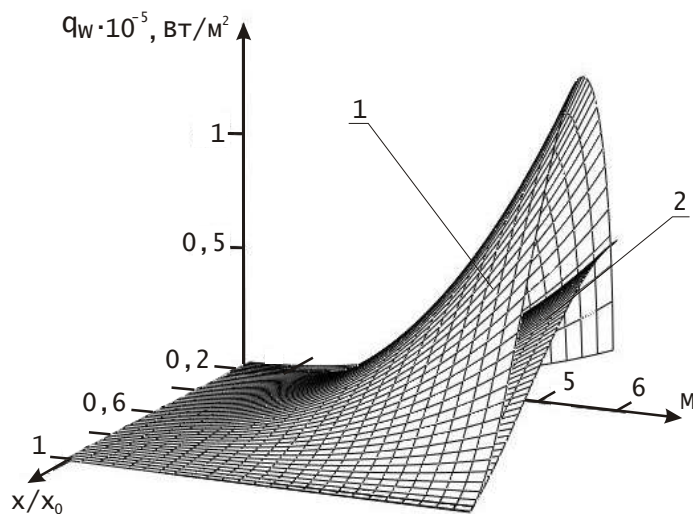


Рис. 3 – Тривимірне зображення розподілу теплового потоку $(q_w)_{\max}$ на поверхні пластини, обтічної надзвучковим потоком повітря ($T_0 = 300$ К; $x_0 = 0,1$ м): 1 – турбулентний режим обтікання; 2 – ламінарний режим