

Висновки.

Отже, запропонований підхід дозволяє внести в існуючу Методику розрахунку собівартості перевезень нові дані, які дають можливість:

- забезпечити єдиний методичний підхід і порядок визначення рівня собівартості перевезень і тарифів, їх прозорості і прогнозованості, використовуючи реальні дані про попит населення на перевезення на кожному маршруті МПТС, відповідні інтервали руху на них та кількість рейсів, які задовольнятимуть цей попит;
- якісно задовольняти потреби в перевезеннях пасажирів, забезпечуючи при цьому задоволення основних для пасажирів показників якості;
- вирішувати питання управління якістю;
- оптимізувати собівартість перевезень та сформувати науково обґрунтовані тарифи за перевезення;
- вирішити проблему розмірів дотацій з бюджетів різних рівнів за перевезення пільгових категорій пасажирів та вирішувати питання екології, задовольняючи при цьому якість перевезення пасажирів.

Література

1. Методичні рекомендації визначення рівня тарифів на послуги пасажирського автотранспорту загального користування. Наказ Міністерства транспорту України №461 від 25.06.2003 р.
2. Звіт про науково-дослідну роботу «Розробка оптимальної організації та функціонування міської пасажирської транспортної системи в ринкових умовах»(заключний). 2007 рік. № держреєстрації 0105U000665.
3. Логачов Є.Г., Гілевська К.Ю. Засади Методики визначення потреби у перевізних ресурсах на міському пасажирському маршруті із урахуванням якості перевезення / Логачов Є.Г., Гілевська К.Ю. //Вісник НТУ, ТАУ. –2006. –Вип. № 13. –С. 50– 53.
4. Гілевська К.Ю. Визначення собівартості перевезень на міському пасажирському автобусному маршруті із урахуванням якості перевезення. //Вісник НТУ. -2007 ч. перша. -С. 150-154

УДК 621.797 (088.8)

ЕНЕРГЕТИЧНІ ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ РОЗДАЧЕЮ З ЛОКАЛЬНИМ НАГРІВАННЯМ ЗА РАХУНОК СИЛ ТЕРТЯ

*Голяк О.Л., кандидат технічних наук,
Зягор І. В., кандидат технічних наук,
Сопоцько Ю.О.,
Дементєєв О. В.*

Постановка проблеми. Збільшення моторесурсу відновлених деталей в умовах сучасного ремонту автомобілів потребує застосування нових, більш ефективних технологій. Одною з таких технологій є відновлення деталей автомобілів роздачею з локальним нагріванням за рахунок сил тертя [1]. За даною технологією механічна енергія, яка підводиться до інструменту перетворюється в теплову безпосередньо в місці контакту з деталлю. Це забезпечує локальне нагрівання металу до температури пластичної деформації, а осьове зусилля дорна роздає деталь у діаметральному напрямку (Рис. 1).

Визначення основних параметрів процесу роздачі валів з нагріванням за рахунок сил тертя дозволить використовувати отримані данні при проектуванні технологічних процесів відновлення деталей та виборі необхідного обладнання.

Аналіз останніх досліджень та постановка завдання. Проведенні раніше дослідження даного способу обмежені застосуванням його для відновлення хрестовин карданних передач [2], у яких конструктивно передбачені внутрішні отвори для змащення. Залишається невивченим застосування даного способу для відновлення суцільних кінцевих ділянок валів, коли необхідно

попередньо виготовляти технологічний отвір, а також значення основних технологічних параметрів процесу таких, як осьове зусилля подачі дорна, та величина крутного моменту необхідного для нагрівання деталі та її роздачі.

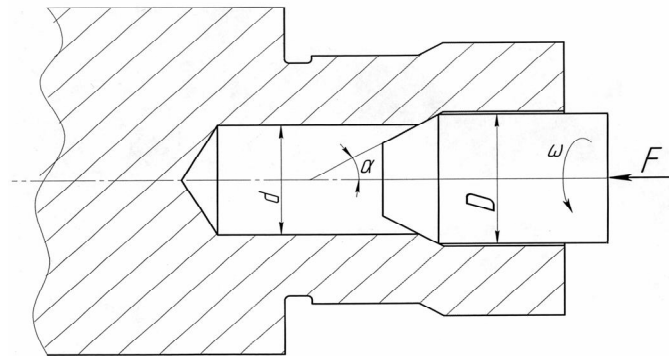


Рис. 1. Схема взаємодії конічного дорну з валом при роздачі тертям: $R = D/2$ – радіус дорна, $r = d/2$ – радіус отвору вала, α – кут роздачі, F – осьове зусилля при роздачі

Викладення основного матеріалу. Існують залежності, що дозволяють оцінити вплив основних технологічних параметрів на потужність тепловиділення при зварюванні металів тертям, зокрема сталевих деталей суцільного перетину у однорідному сполученні [3-6], деталей трубчатого перетину у різномірному (нержавіюча сталь, ніобій) сполученні [7]. У роботі [8] показано, що експериментальні дані, одержані при зварюванні тертям, можуть використовуватись при визначенні моменту сил тертя при формоутворенні деталей, зокрема при осадці металів інструментом з локальним нагріванням за рахунок тертя.

Потужність, що споживається при роздачі валів тертям, може бути визначена по формулі $N = 2\pi nM$, де n - частота обертання, C^{-1} , M - момент тертя в стикі [3]. Як вихідне співвідношення для встановлення залежностей, що визначають основні енергетичні параметри процесу зварювання тертям, звичайно приймається рівняння елементарного моменту тертя dM , що діє на елементарній кільцевій площадці ds поверхні тертя:

$$dM = 2\pi p_p \mu_{істр} p^2 dp, \quad (1)$$

де P_p , $\mu_{істр}$ - значення відповідно істинного тиску й коефіцієнту тертя, ρ - відстань заданої точки на поверхні тертя (Рис. 2) від осі обертання (радіус кільцевої елементарної площадки ds).

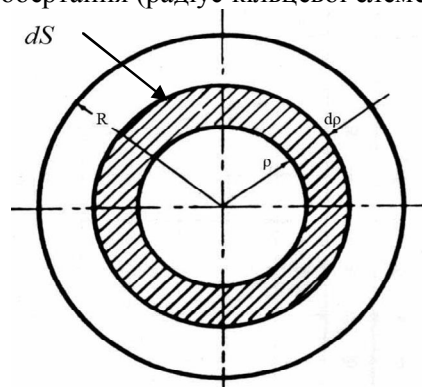


Рис. 2. Кільцева поверхня тертя ds

За умови допущення, що тиск на всій поверхні тертя постійний, після відповідних перетворень рівняння (1) приймає вид

$$dM = 2\pi P_n F_p p^2 dp, \quad (2)$$

де μ_p – коефіцієнт тертя, що є функцією, яка визначає залежність моменту тертя від окружної швидкості V_p й величини тиску P_n на елементарній кільцевій площадці ds з радіусом ρ .

Для інтегрування рівняння (2) необхідно встановити залежність $\mu_p(V_p, \rho)$. У роботі [3] показано, що при зварюванні тертям у третій (сталій) стадії нагрівання має місце наступна наближена залежність зміни коефіцієнта тертя μ_p від окружної швидкості обертання V_p :

$$\mu_p = A' / (np)^k = A / V_p^k \quad (3)$$

де V_p – окружна швидкість (лінійна швидкість обертання заданої точки поверхні тертя з радіусом обертання ρ), м/с; A, A', k – константи.

Для визначення констант A, k необхідно встановити залежність величини крутного моменту при роздачі валів тертям від зусилля роздачі і частоти обертання. З цією метою була розроблена експериментальна установка [9].

Для реєстрації крутного моменту при окружній швидкості $V_R = 0,4$ м/с експерименти по роздачі валів тертям із сталі 40Х дорном із сплаву ВК6 проводили також на лабораторній установці для зварювання тертям СТ-120 [10]. Крутний момент вимірювали за допомогою приладу з тензометричними датчиками за методикою роботи [11]. Обробка експериментально отриманих даних зміни крутного моменту (моменту сил тертя) M під час сталої стадії процесу роздачі валів тертям при різних значеннях окружної швидкості V_R і осьового зусилля (зусилля роздачі) F показує, що залежності $M(F)$ практично лінійні у всьому дослідженому діапазоні V_R і F у межах $2 < F < 10$ кН (Рис.3.).

Лінійна залежність $M(F)$ відповідає теоретичним положенням роботи [3], обґрунтованим для процесу зварювання тертям сталей. Це свідчить про те, що характер зміни енергетичних параметрів при роздачі валів тертям аналогічний такому при зварюванні тертям і не залежить від властивостей матеріалів, а відрізняється лише значеннями констант A, k у залежності (3).

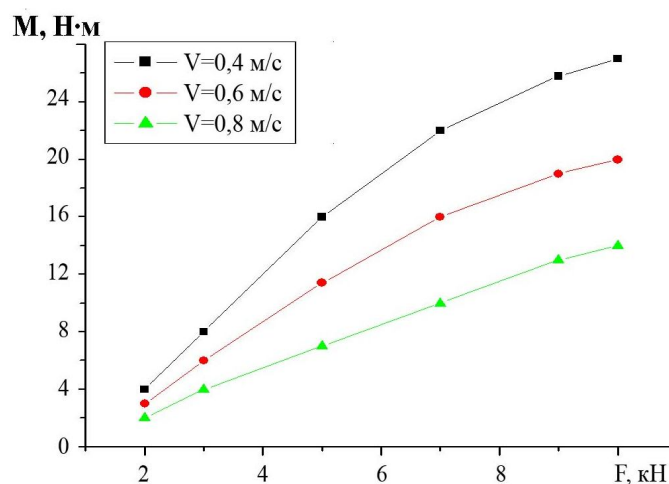


Рис.3. Залежність сталого моменту тертя M від осьового зусилля при роздачі тертям для різних значень окружної швидкості V_R

Використання залежності (3) дозволило одержати наступні вирази:

- елементарного моменту тертя на елементарній кільцевій площадці ds :

$$dM = 2\pi P_n (A' / n^k) \rho^{2-k} dp \quad (4)$$

- елементарної потужності, споживаної на цій площадці

$$dN = CndM = 2\pi P_n (CA/n^{k-1}) p^{2-k} dp \quad (5)$$

Після інтегрування виразів (4), (5) і наступних перетворень за методикою [3] одержуємо залежності: - повного моменту на всій поверхні тертя

$$M = 2 \cdot 10^6 P_n R S \mu_R / (3-k) = 2\pi 10^6 P_n R (R^2 - r^2) \mu_R / (3-k) \sin \alpha \quad (6)$$

- повної споживаної потужності під час сталої стадії процесу роздачі

$$N = 2 \pi 10^3 P_n (R^2 - r^2) V_R \mu_R / (3 - k) \sin \alpha \quad (7)$$

- середньої питомої потужності

$$N_n = 2 P_n V_R \mu_R / (3 - k) \quad (8)$$

де $S = \pi (R^2 - r^2) / \sin \alpha$ – площа контакту між конічним дорном і валом, м²;
 $R = D/2$ – радіус дорна, м; $r = d/2$ – радіус отвору, м; α – кут роздачі,
 μ_R – умовний безрозмірний коефіцієнт тертя в точках з радіусом ρ ; n – частота обертання, с⁻¹,
 V_R – окружна швидкість (лінійна швидкість обертання при $\rho=R$), м/с,
 P_n – середній по поверхні тертя тиск при нагріванні, МПа, $F = P_n S \operatorname{tg} \alpha$ - зусилля роздачі, Н,
 M – момент тертя, Н м, N – потужність, МВт·м², k – константа.

Крива залежності питомої потужності від окружної швидкості (Рис.4) побудована по рівнянню (8) для випадку $F = 8000$ Н. Значення коефіцієнтів A , k , визначені за методикою роботи [3] на основі експериментальних даних для діапазону $V_R = 0,4 \dots 0,8$ м/с, становлять $A = 0,16$, $k = 1,1$. Після підстановки значень коефіцієнтів A , k у рівняння (3) одержуємо розрахункову залежність коефіцієнта тертя μ_p від окружної швидкості при $\rho=R$ (Рис.5).

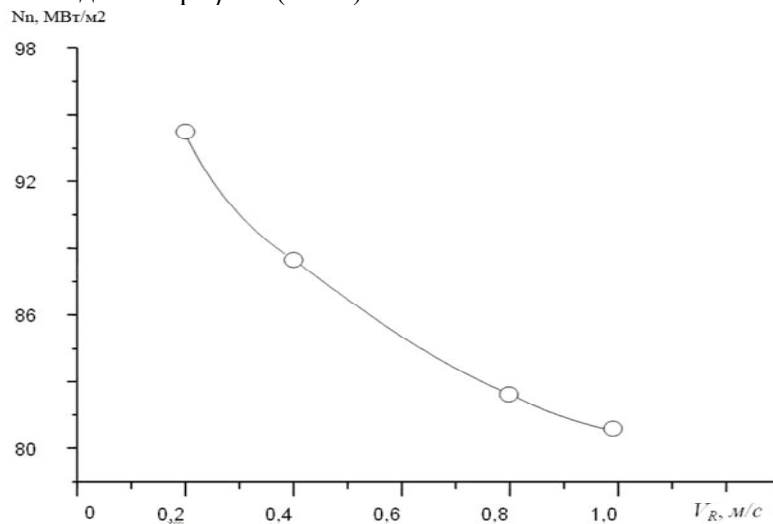


Рис.4. Залежність питомої потужності тепловиділення N_n від окружної швидкості V_R при роздачі тертям валів із сталі 40Х.

Підстановка значень коефіцієнтів A , k у рівняння (6)-(8) дозволяє одержати наступні вирази:

$$M = 0,17 * 10^6 P_n R (R^2 - r^2) / V_R^{1,1} \sin \alpha \quad (9)$$

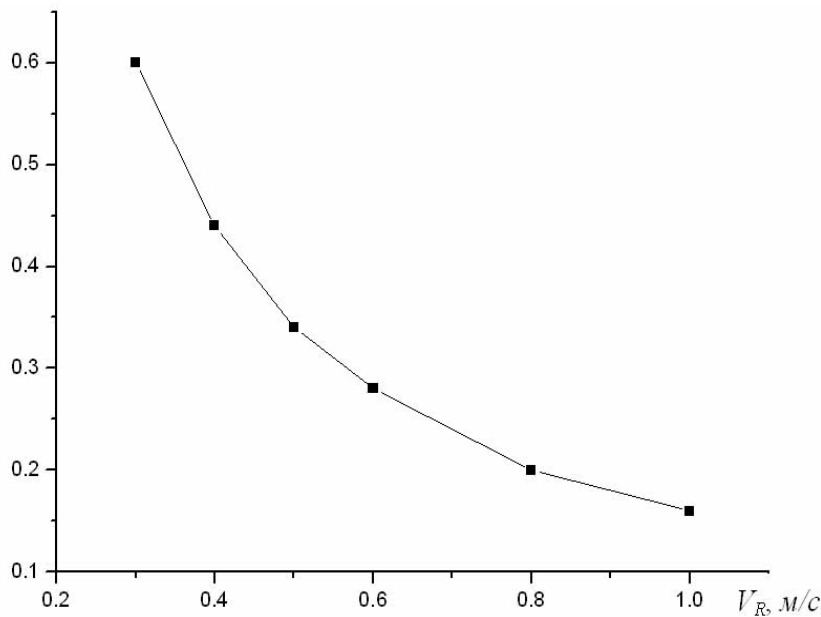
μ_p 

Рис.5. Залежність коефіцієнту тертя μ_p від V_R по рівнянню $\mu_p = A/V_R^k$, де $A=0,16$; $k=1,1$

$$N = 0,17 * 10^3 P_n (R^2 - r^2) / V_R^{0,1} \sin \alpha \quad (10)$$

$$N_n = 0,22 P_n (1 / V_R^{0,1}) \quad (11)$$

Використання цих математичних залежностей дозволяє визначити необхідну потужність приводу обертання для реалізації процесу роздачі валів при наступних параметрах: діаметр внутрішнього отвору валу $D=2 \cdot R=8 \text{ мм} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; діаметр конічного дорну $d=2 \cdot r=6,5 \text{ мм} = 6,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; кут роздачі $\alpha = 30^\circ$; тиск при нагріванні $P_n = 500 \text{ МПа}$; окружна швидкість $V_R = 0,8 \text{ м/с}$. Повна споживана потужність під час сталої стадії процесу роздачі складає: $N = 911 \text{ Вт}$.

У роботах [3, 4] рекомендується потужність приводного двигуна встановлювати удвічі більшим від значення повної споживаної потужності під час сталої стадії процесу роздачі: $N_{дв} = 2 \cdot N = 2 \cdot 911 \text{ Вт} = 1822 \text{ Вт}$. Також використання формул (9)-(11) дозволяє розрахувати енергетичні параметри процесу роздачі тертям валів будь-яких типорозмірів.

Висновки.

1. Оптимальним за часом роздавання є співвідношення діаметрів інструменту і технологічного отвору в межах $d_i/d = 1,2 \dots 1,3$. При оптимальному співвідношенні d_i/d величина крутного моменту під час сталого режиму роздачі складає близько 50% від максимального значення на початковій стадії процесу.
2. Залежність крутного моменту від зусилля роздачі є практично лінійною у досліджуваному інтервалі зміни окружної швидкості і осьового зусилля. Це свідчить про те, характер зміни енергетичних параметрів при роздачі валів тертям аналогічний такому при зварюванні тертям і відрізняється лише значеннями констант A , k у гіперболічній залежності коефіцієнта тертя від окружної швидкості.
3. На основі експериментальних даних визначено значення констант A , k , для пари тертя сплав ВК6 – сталь 40Х, отримано залежності для розрахунку коефіцієнту тертя і визначення основних енергетичних параметрів процесу роздачі тертям – крутного моменту і потужності.

Література

1. В.Е. Канарчук, А.Д. Чигиринец, О.Л. Голяк., П.М., Шощкий. Технологія та обладнання для відновлення автомобільних деталей. - К. 1993. – 480 с.
2. Войтюк В.Д. Восстановление крестовин автотракторных карданных шарниров термопластической деформацией. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. К. – 1991. – 28 с.
3. Сварка трением. Справочник / В.К. Лебедев, И.А. Черненко, В.И. Вилль и др. - Л.: Машиностроение, 1987.-236 с.
4. Лебедев В.К., Виль В.И., Черненко И.А. О расчете энергетических параметров процесса сварки металлов трением // Автомат. сварка.-1981.-№3.-С.2-4.
5. Лебедев В.К., Черненко И.А. Распределение мощности в стыке при сварке трением // Автомат. сварка.-1984.-№12.-С.23-25.
6. Lebedev V.K., Chernenko I.A.. Friction welding // Sov. Tech. Rev. C. Weld. Surf.- Harwood: A. P. GmbH. - 1992.- Vol. 4.- P.59-168.
7. Dave V. R., Cola M.J., Hussen N.A. Heat generation in the inertia friction welding of dissimilar tubes // Weld. Res. Suppl. 2001. - №10. - P. 246s–252s.
8. Норицын И.А., Газизов Б.Я. Крутящий момент при осадке стержня вращающимся инструментом с локальным нагревом за счет трения // Кузнечно-штамповое производство.- 1976.- №8.- С. 34-36.
- 9.Голяк О.Л., Дементеев О.В. Підвищення ефективності відновлення автомобільних деталей типу валів пластичним деформуванням. Вісник національного транспортного університету .- К.: НТУ, 2005, Випуск 10, С57-63.
10. Зяхор И.В. Современное оборудование для сварки трением // Автомат сварка.-2001.-№7.- С.48-52.
- 11.Определение момента трения при инерционной сварке по величине углового ускорения / В.К. Лебедев, Л.В. Литвин, А.Т. Дышленко, И.А. Черненко // Автомат. сварка.-1986.- №8.-С.31-33.

УДК 629.113

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ АВТОМОБІЛЯ ІЗ ВСЕКОЛІСНИМ КЕРУВАННЯМ

Григорашенко О.В.

Постановка проблеми. На сучасному етапі активізувалися дослідження та розробки, направлені на підвищення активної безпеки автомобілів, і зокрема керованості та стійкості. Одним із напрямків цих досліджень є застосування всеколісного керування (4WS).

Опираючись на досвід використання всеколісного керування, можна з упевненістю відмітити їх переваги над традиційними двоколісними схемами (2WS). Вони виражаються не тільки в значному підвищенні маневреності автомобіля, а і в таких важливих показниках безпеки руху як керованість та стійкість транспортного засобу на високих швидкостях [1].

Інтенсивний розвиток сучасної автомобільної електроніки дозволяє використовувати для корекції повороту задніх коліс складні нелінійні математичні моделі, здатні розрахувати оптимальну траєкторію руху автомобіля з урахуванням великої кількості параметрів. У зв'язку з цим актуальним є розробка методики вибору конструктивних параметрів всеколісного керування, які впливають на стійкість руху в спектрі експлуатаційних швидкостей, а також прогнозування поведінки транспортного засобу при дії на нього зовнішніх збурень.

Основна частина. При проектуванні автомобілів із всеколісним керуванням дуже важливим є вибір їх конструктивних параметрів. Для цього розроблено методику визначення експлуатаційних, масово-геометричних та конструктивних параметрів ККМ, які б найбільш повно задовольняли критеріям стійкості та керованості руху транспортного засобу в діапазоні експлуатаційних швидкостей і навантажень. Методика складається з декількох етапів.

По перше це складання математичної моделі. В роботі [2] докладно наведена методика складання математичної моделі, тому перейдемо безпосередньо до її аналізу. На основі диференціальних рівнянь збуреного руху автомобіля в окрузі прямолінійного руху, які записані у вигляді: